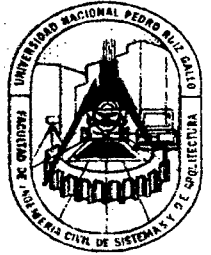




T: 1 y 2

UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y
ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**"ZONIFICACIÓN DEL SUELO SUBYACENTE, PARA EL
DISEÑO DE CIMENTACIONES DE LOS SECTORES:
MIRAFLORES, SAN ISIDRO, SAN BORJA Y CENTRO
POBLADO TORRES BELON, DEL DISTRITO DE
POMALCA – CHICLAYO - LAMBAYEQUE"**

TOMO I

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

Responsables:

CARLOS ALBERTO AGUILAR LLENQUE

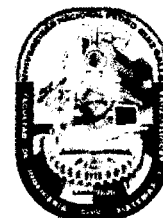
SOLVER DELGADO ROJAS

LAMBAYEQUE – PERÚ

2015



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y
ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**“ZONIFICACIÓN DEL SUELO SUBYACENTE, PARA EL
DISEÑO DE CIMENTACIONES DE LOS SECTORES:
MIRAFLORES, SAN ISIDRO, SAN BORJA Y CENTRO
POBLADO TORRES BELON, DEL DISTRITO DE
POMALCA – CHICLAYO - LAMBAYEQUE”**

TOMO I

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

Responsables:

CARLOS ALBERTO AGUILAR LLENQUE

SOLVER DELGADO ROJAS

LAMBAYEQUE – PERÚ

2015



UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y
ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO TESIS:

"ZONIFICACIÓN DEL SUELO SUBYACENTE, PARA EL DISEÑO
DE CIMENTACIONES DE LOS SECTORES: MIRAFLORES, SAN
ISIDRO, SAN BORJA Y CENTRO POBLADO TORRES BELON,
DEL DISTRITO DE POMALCA – CHICLAYO - LAMBAYEQUE"

AGUILAR LLENQUE CARLOS ALBERTO
RESPONSABLE

DELGADO ROJAS SOLVER
RESPONSABLE

ING. JORGE LUIS MARTÍNEZ SANTOS
PATROCINADOR

ING. WILLIAM RODRÍGUEZ SERQUÉN
PRESIDENTE

ING. ANÍBAL QUINTÍN CÁCERES NARREA
MIEMBRO DEL JURADO

ING. SERRANO ZELADA OVIDIO
MIEMBRO DEL JURADO

LAMBAYEQUE, JULIO DEL 2015.

**GRACIAS A DIOS POR ILUMINARNOS Y BENDECIRNOS,
DESDE QUE EMPEZAMOS EN ESTE CAMINO AL INGRESAR AL
LA UNIVERSIDAD, HASTA ESTE MOMENTO EN EL QUE
CULMINAMOS Y A LA VEZ EMPEZAMOS UNA NUEVA ETAPA
DE NUESTRAS VIDAS**

DEDICATORIA:

A mis padres:

MANUEL AGUILAR IPANAQUE

GLORIA LLENQUE SIRLOPÚ

Por haberme dado la vida; por todo el cariño y amor que me brindaron para que yo pudiera lograr uno mis sueños, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento en esta nueva etapa de mi vida.

A mis hermanos:

CARLOS MARTIN AGUILAR LLENQUE

CARLOS MERE AGUILAR LLENQUE

Martin, gracias por ser un ejemplo de hermano mayor, y por tu gran apoyo en cada momento de mi vida. Merito, gracias por guiarme y cuidarme cada día desde allá arriba. Los amo mucho hermanos.

A mi compañero de Tesis:

DELGADO ROJAS SOLVER

Por su paciencia y dedicación para poder culminar el presente proyecto.

A mis familiares y amigos, quienes me ayudaron en realizar este proyecto.

Carlos Alberto Aguilar Llenque.

DEDICATORIA:

A mis padres:

ESCÓLASTICO DELGADO TORRES

ASUNCIONA ROJAS CAYATOPA

Por haberme dado la vida; por su infinito amor, cariño, comprensión y apoyo que me brindaron para que yo pudiera lograr uno mis sueños, por acompañarme en los buenos y malos momentos por ayudarme a que este momento llegara.

A mis hermanos:

Por sus valiosos consejos y apoyo que han servido para formarme como persona y como profesional.

A mi compañero de Tesis:

CARLOS ALBERTO AGUILAR LLENQUE

Por su paciencia y dedicación para poder culminar el presente proyecto.

A mis familiares y amigos, quienes me ayudaron en realizar este proyecto.

Delgado Rojas Solver.

ÍNDICE1

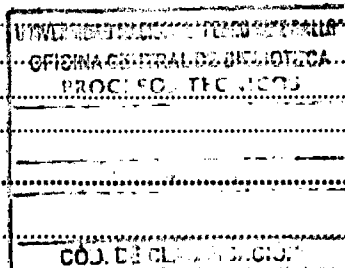
UNIVERSIDAD NACIONAL

FILIBERTO RUIZ GALLARDO

PCM - VRAED

05 NOV 2015

CAPÍTULO I.....	1
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. OBJETIVOS.....	2
1.2.1. OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO.....	2
CAPÍTULO II.....	3
2. ESTUDIOS PRELIMINARES.....	3
2.1. ANTECEDENTES.....	3
2.2. UBICACIÓN.....	4
2.2.1. LÍMITES DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	4
2.3. CLIMA.....	6
2.4. TOPOGRAFÍA.....	7
2.5. GEOLOGÍA.....	7
CAPÍTULO III.....	8
3. ESTUDIO DE CAMPO.....	8
3.1. INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO.....	8
3.2. RECONOCIMIENTO Y VISITA A CAMPO.....	8
3.3. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO.....	8
3.3.1. MÉTODOS DE EXPLORACIÓN INDIRECTOS.....	10
3.3.2. MÉTODOS DE EXPLORACIÓN DIRECTOS.....	11
3.4. MUESTREO DE SUELOS.....	12
3.4.1. MUESTRAS REPRESENTATIVAS ALTERADAS.....	12
3.4.2. MUESTRAS REPRESENTATIVAS INALTERADAS.....	13
3.4.3. OBTENCIÓN DE MUESTRAS REPRESENTATIVAS ALTERADAS.....	14
CAPÍTULO IV.....	22
4. MARCO TEÓRICO.....	22
4.1. ORIGEN DE SUELOS.....	22
4.1.1. SUELOS RESIDUALES.....	22
4.1.2. SUELOS TRANSPORTADOS.....	22
4.2. DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS.....	23
4.2.1. NOMBRE POR SUS FRACCIONES CONSTITUYENTES.....	23
4.2.2. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.....	24
4.2.3. COLOR.....	26
4.2.4. OLOR.....	26
4.3. CLASIFICACIÓN DE SUELOS.....	26
4.3.1. CLASIFICACIÓN UNIFICADA.....	27
CAPÍTULO V.....	29
5. ENSAYOS DE LABORATORIO.....	29
5.1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO.....	29
5.2. LÍMITES DE CONSISTENCIA.....	35
5.2.1. INFORMACIÓN TEÓRICA.....	35
5.2.2. LÍMITE LÍQUIDO.....	36
5.2.3. LÍMITE PLÁSTICO.....	41
5.2.4. ÍNDICE PLÁSTICO (IP).....	43
5.2.5. CONSISTENCIA RELATIVA (CR).....	44



5.2.6. ÍNDICE DE LIQUIDEZ (IL)	45
5.2.7. ÍNDICE DE FLUIDEZ (IF)	45
5.2.8. ÍNDICE DE TENACIDAD (IT)	45
5.2.9. LÍMITE CONTRACCIÓN:	46
5.3. CONTENIDO DE HUMEDAD	50
5.4. PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LOS SÓLIDOS	51
5.5. DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE SAL	54
5.6. CLASIFICACIÓN (SUCS)	56
5.7. ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN	56
5.8. ENSAYO DE CORTE DIRECTO	59
CAPITULO VI	61
6. ESTUDIO EN GABINETE	61
6.1. DEL LAS CALICATAS REALIZADAS EN CAMPO	61
6.2. DEL LOS ENSAYOS REALIZADOS EN LABORATORIO	63
6.2.1. CONTENIDO DE HUMEDAD	63
6.2.2. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	65
6.2.3. LÍMITES DE CONSISTENCIA	67
6.2.4. PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS	69
6.2.5. PORCENTAJE DE SALES	71
6.2.6. CORTE DIRECTO	74
6.2.7. ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN	78
6.3. DEL LA CLASIFICACIÓN SUCS DE LOS SUELOS ESTUDIADOS	81
6.3.1. CLASIFICACIÓN SUCS	81
6.3.2. CLASIFICACIÓN PORCENTUAL DE LOS SUELOS ESTUDIADOS	83
6.3.3. CLASIFICACIÓN PORCENTUAL DEL SUELO SUBYACENTE PARA $D_f = 0.80$ m; 1.20 m; 1.50 m; y 2.00 m.	84
CAPITULO VII	87
7. APLICACIÓN EN EDIFICACIONES	87
7.1. ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DE LOS SUELOS A LOS ESFUERZOS CORTANTES	87
7.1.1. FRICCIÓN ENTRE DOS SUPERFICIES EN CONTACTO	87
7.1.2. APARATO DE CORTE DIRECTO	89
7.2. DISTRIBUCIÓN DE PRESIONES	92
7.2.1. DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS EN EL TERRENO DEBIDO A UNA CARGA PUNTUAL	92
7.2.2. DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS EN EL TERRENO DEBIDO A UNA CARGA CIRCULAR	95
7.2.3. DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS EN EL TERRENO DEBIDO A UNA CARGA RECTANGULAR	97
7.2.3.2. MÉTODO APROXIMADO 2:1 (V:H)	100
7.2.4. DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS EN EL TERRENO DEBIDO A UNA CARGA UNIFORME DISTRIBUIDA DE CUALQUIER FORMA, CARTA DE NEWMARK (1942)	101
7.2.4.1. CONSTRUCCIÓN DE LA CARTA DE NEWMARK	103
7.3. ASENTAMIENTOS DE SUELOS	105
7.3.1. ASENTAMIENTO EN SUELOS COHESIVOS O PLÁSTICOS COMPRESIBLES	106
7.3.2. ASENTAMIENTO EN SUELOS ARENOSOS FINOS Y LIMOSOS SUELOS	109
7.3.3. CARGA DE PRECONSOLIDACIÓN	110
7.3.4. CURVA DE COMPRESIBILIDAD DE CAMPO (MÉTODO DE SCHMERTMANN)	111
7.3.5. ECUACIONES PARTICULARES PARA EL CALCULO DE ASENTAMIENTOS:	114
7.3.6. CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS (CURVA DE COMPRESIBILIDAD DE CAMPO - MÉTODO DE SCHMERTMANN)	116

7.3.7. ASENTAMIENTOS TOLERABLES	126
CAPÍTULO VIII.....	127
8. DISEÑO DE CIMENTACIONES.....	127
8.1. ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN.....	127
8.1.1. PROBLEMAS GENERALES DE LAS CIMENTACIONES	130
8.1.2. TIPOS DE CIMENTACIONES EN EDIFICACIONES.....	131
8.1.2.1. CIMENTACIONES SUPERFICIALES	132
8.2. CAPACIDAD DE CARGAS EN SUELOS.....	139
8.3. MÉTODO PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS	139
8.3.1. TEORÍA DE TERZAGHI	140
8.3.2. TEORÍA DE HILL	146
8.3.3. TEORÍA DE SKEMPTON.....	147
8.4. TIPO DE FALLA DE LOS SUELOS.....	149
8.4.1. FALLA POR CORTANTE GENERAL.....	149
8.4.2. FALLA POR PUNZONAMIENTO.....	149
8.4.3. FALLA POR CORTE LOCAL	150
8.5. CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE Y FACTOR DE SEGURIDAD.....	151
8.5.1. CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE	151
8.5.2. FACTOR DE SEGURIDAD.....	153
CONCLUSIONES XI.....	167
9. CONCLUSIONES.....	167
9.1. DEL ANÁLISIS ESTRATIGRÁFICO.....	167
9.2. DE LAS CARACTERÍSTICAS IN SITU DE LOS SUELOS.....	168
9.3. SOBRE LAS EDIFICACIONES EXISTENTES.....	169
9.4. SOBRE SU CAPACIDAD PORTANTE DE SUELO Y SU ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN.....	169
CAPÍTULO X.....	170
10. RECOMENDACIONES	170
BIBLIOGRAFIA.....	172
ANEXO A.....	173
ANEXO B.....	174
ANEXO C.....	175
ANEXO D.....	176

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCIÓN

Cualquier proyecto de ingeniería civil que incluya terrenos para construcción de casas, urbanizaciones, edificios o cualquier otra estructura, debe contemplar de inicio al menos un conocimiento general de la realidad de los tipos de suelo que se encuentran en el subsuelo. Al punto de establecer una zonificación del terreno y de ser el caso restringir la construcción de determinadas estructuras especiales en zonas con suelos de bajas características o de condiciones especiales.

Se debe estudiar la posibilidad que el suelo puede presentar una serie de estratos con características muy variables que fluctúen entre consistencia blanda a dura o compacidades relativas entre sueltas a densas. Desde luego en casos críticos, suelos de bajas características generan capacidades de carga bajas que implica el diseño de sistemas de cimentación más rígidos y consecuentemente más costosos. Por tanto, se debe tener claro que el diseño de la cimentación de una estructura depende de las características del suelo y naturalmente de la magnitud de cargas aplicadas.

Es por eso la realización del presente tema de tesis: "ZONIFICACIÓN DEL SUELO SUBYACENTE, PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DE LOS SECTORES: MIRAFLORES, SAN ISIDRO, SAN BORJA Y CENTRO POBLADO TORRES BELON, DEL DISTRITO DE POMALCA – CHICLAYO - LAMBAYEQUE", ya que nos permitirá conocer los diferentes estratos de suelo con sus distintas propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas, destacando de ser el caso zonas con presencia de agua y sobre todo establecer una zonificación en toda el área con valores de capacidad de carga del suelo de soporte para efectos de cimentación y tener una estimación del tipo de cimentación y su profundidad, según la zona en la que se proyecte la vivienda.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

- Realizar la zonificación de suelos de la parte Norte y Sur-Este del Distrito de Pomalca, en los Sectores de Miraflores, San Isidro, San Borja y el Centro Poblado Torres Belón , para su uso en edificaciones.

1.2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO

- Determinar las características físicas, químicas, mecánicas e hidráulicas del suelo de la parte Norte y Sur-Este de Pomalca, Sectores de Miraflores, San Isidro, San Borja y el Centro Poblado Torres Belón , para su uso en edificaciones.
- Identificar, clasificar y evaluar los perfiles estratigráficos del subsuelo hasta una profundidad de 3.00 m, en una área de 20 Ha para Sectores de Miraflores, San Isidro, San Borja y el Centro Poblado Torres Belón.
- Conocer y evaluar los parámetros básicos del subsuelo para el diseño de cimentaciones como son:
 - La intensidad y distribución de esfuerzos del subsuelo inducido por varios tipos de carga.
 - El grado de consolidación de estratos de suelos bien definidos.
 - Valores de cohesión (c) y ángulo de fricción interna (ϕ) que nos permita conocer la resistencia al corte de los suelos.
 - Determinación del nivel freático del suelo.
- Calcular los asentamientos producidos por una edificación ideal de 3 niveles.
- Identificar las zonas y los efectos de las sales en los suelos.
- Zonificar el suelo subyacente para profundidades de desplante de: 0.80 m, 1.20 m, 1.50 m y 2.00 m.
- Aplicación de los parámetros obtenidos al diseño de cimentaciones para una posible edificación de 3 niveles a realizarse en la zona.

CAPÍTULO II

2. ESTUDIOS PRELIMINARES

2.1. ANTECEDENTES

Aquí obtendremos información del subsuelo de la zona estudiada, gracias a la inspección y así mismo agenciándonos de los diferentes estudios realizados anteriormente en dicha zona de estudio.

Una simple inspección visual nos brindara los efectos del suelo sobre las viviendas y estructuras de la zona, dándonos una idea de las características del subsuelo.

A su vez también tomaremos como referencia diferentes estudios realizados anteriormente en la zona ya que esta cuenta con obras de saneamiento (agua potable y alcantarillado), y dichas obras necesitan de un estudio de suelos q serán de mucha ayuda para el desarrollo de nuestro tema de tesis

En los sectores de Miraflores, San Isidro, San Borja y el Centro poblado Torres Belón podemos encontrar estudios de suelos realizados para el expediente de la Obra de Saneamiento de estos sectores.

También contamos con un expediente de pistas y veredas de los sectores de Miraflores, San Isidro, San Borja.

Ya que estos estudios antes mencionados no son estudios dirigidos para las cimentaciones de edificaciones, este tema de tesis tiene por finalidad encontrar los diferentes parámetros geotécnicos para el desarrollo de cimentaciones y así obtener la zonificación y capacidad portante a diferentes niveles de cimentación.

2.2. UBICACIÓN

El presente trabajo de investigación: "ZONIFICACIÓN DEL SUELO SUBYACENTE, PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DE LOS SECTORES DE MIRAFLORES, SAN ISIDRO, SAN BORJA Y CENTRO POBLADO TORRES BELÓN, DEL DISTRITO DE POMALCA –CHICLAYO", se encuentra ubicado al Norte y Sur-Este de la ciudad de Pomalca, distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo, región Lambayeque y abarca una área de 20.08 Ha. (figura 2.1) (Plano N°01-Ubicación)

La ciudad de Pomalca se encuentra a 7 Km. De la ciudad de Chiclayo, localizada Aproximadamente entre las coordenadas geográficas $6^{\circ} 44' 01''$ y $6^{\circ} 49' 01''$ de latitud sur $79^{\circ} 42' 59''$ y $79^{\circ} 48' 09''$ de longitud oeste del meridiano de Greenwich y a una altura de 40 metros sobre el nivel del mar.

2.2.1. LÍMITES DEL ÁREA DE ESTUDIO

- Por el Norte : con el distrito de Picsi.
- Por el Sur : con los distritos de Tumán, Reque y Monsefú.
- Por el Este : con el distrito de Tumán.
- Por el Oeste : con los distritos de Chiclayo y José Leonardo Ortiz. (figura 2.2)

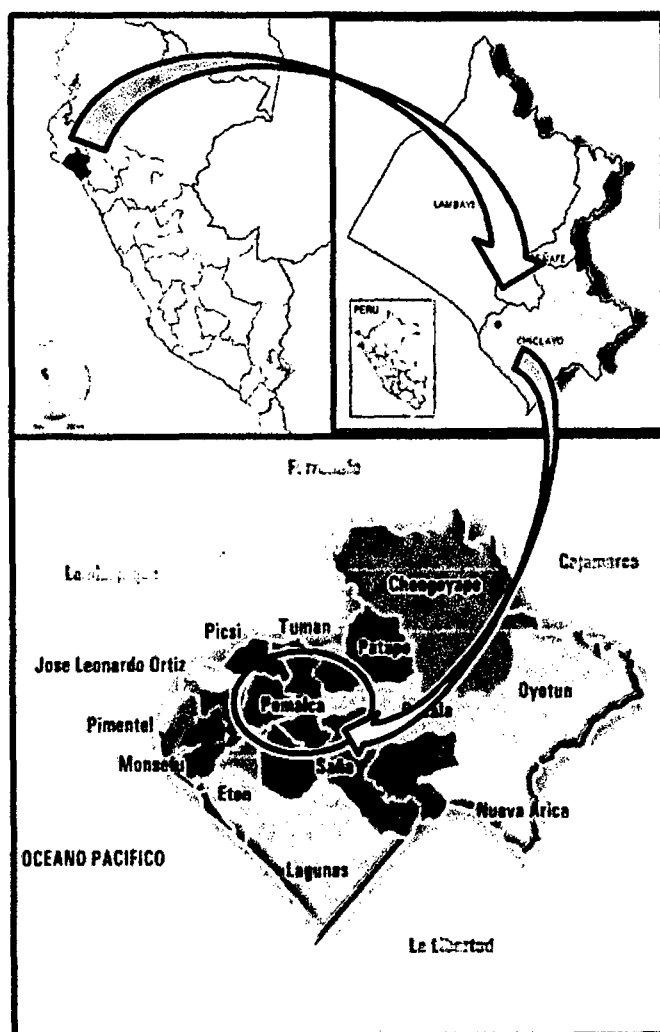


Figura 2.1 Ubicación del distrito de Pomalca.

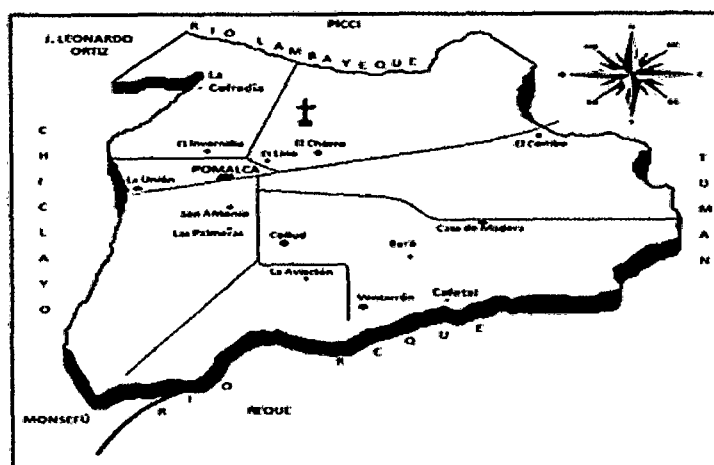


Figura 2.2 Límites y caseríos del distrito de Pomalca.

2.3. CLIMA

En la zona del Distrito de Pomalca el clima es cálido-templado, regulado por la cadena Occidental de los Andes, la Corriente marina de Humboldt y la corriente marina "El Niño".

La temperatura fluctúa entre los 31.6° C en verano y 15° C en invierno, la humedad relativa varía entre el 55% y 60 %. (figura 2.3)

Las precipitaciones pluviales son de 77mm. Anuales.

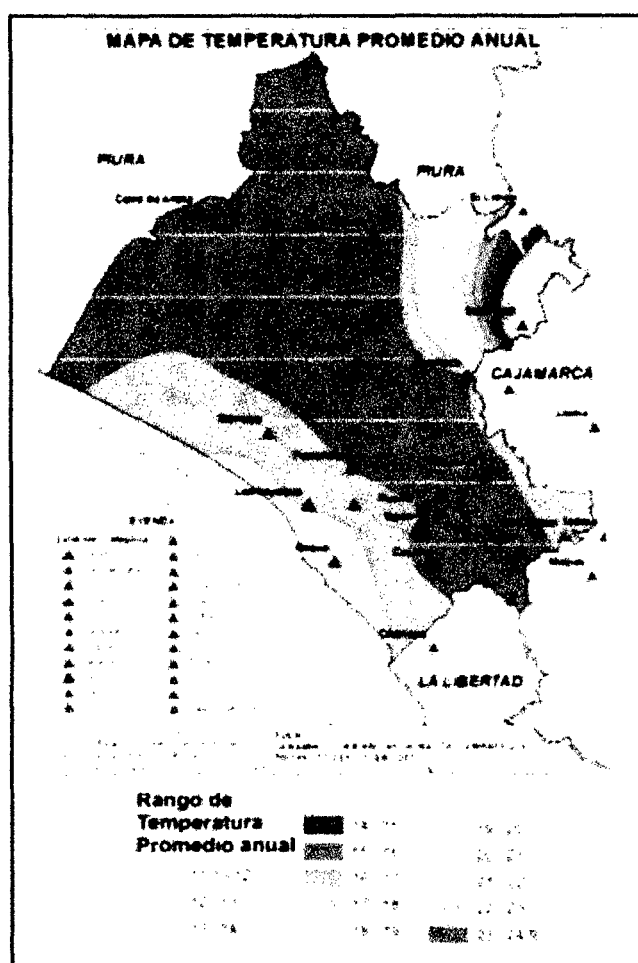


Figura 2.3 Mapa de temperaturas promedio anuales – Lambayeque.

2.4. TOPOGRAFÍA

Se realizó un levantamiento topográfico de la zona teniendo como base el plano catastral, para poder hallar las cotas respectivas de las calicatas con referencia un mismo BM. (Plano N° 02 – Topografía)

2.5. GEOLOGÍA

La ciudad de Pomalca se encuentra en la era tema Cenozoico, del Sistema Terciario y de la Serie Inferior; sus unidades estratigráficas son el Volcanismo Llama, con rocas intrusivas adamelitas. Está ubicada en el cuadrante 14-D de la Carta Geológica Nacional, publicada por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico del Sector Energía y Minas del Perú. (figura 2.4)

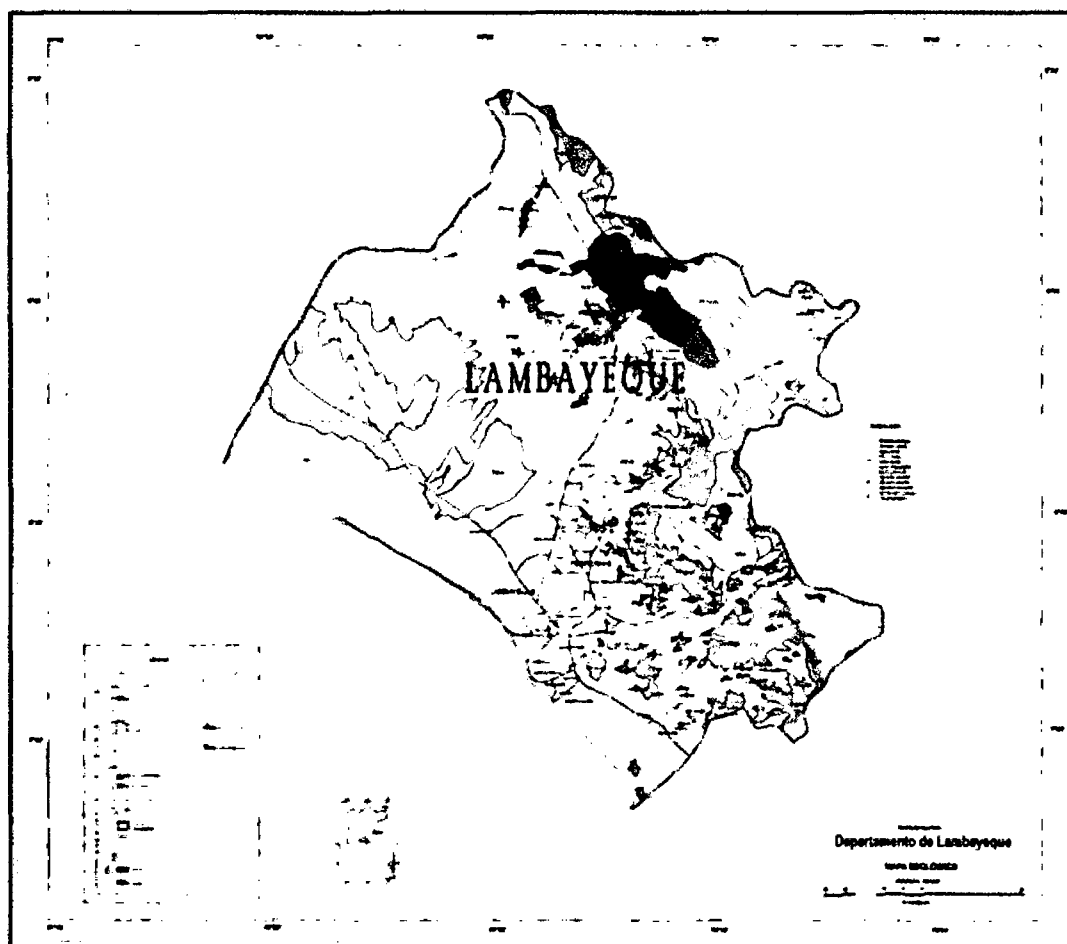


Figura 2.4 Carta geológica del departamento de Lambayeque.

CAPÍTULO III

3. ESTUDIO DE CAMPO

3.1. INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

La identificación de las causas del comportamiento deficiente de las edificaciones con frecuencia, señala que las deformaciones nocivas de las estructuras son atribuibles a los movimientos de sus cimentaciones, lo que a su vez se reflejan en asentamientos y desplazamientos del suelo de soporte.

La investigación del subsuelo suministra información necesaria para dar respuesta a diferentes problemas o definir parámetros de diseño en proyectos que se presentan en varias áreas de la ingeniería civil.

3.2. RECONOCIMIENTO Y VISITA A CAMPO

Se llevó a cabo una visita a campo en la cual nos familiarizamos con la zona en donde desarrollamos nuestra tesis, esta visita nos ayudó para poder elegir el lugar indicado para la ubicación de las calicatas con las cuales extraeremos las muestras para los trabajos en el laboratorio.

3.3. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

Después de haber llevado a cabo el reconocimiento de campo de la zona, procedemos a definir un programa de exploración que justifique su utilización racional, considerando la importancia, magnitud y costo del proyecto, el cual nos permite determinar el número de calicatas, tipos de ensayos, ubicación y profundidad.

En la Tabla 3.1, se dan las recomendaciones generales para definir el programa de exploración, en sitios cuya estratigrafía sea muy heterogénea se debe incrementar el número de sondeos propuestos para obtener la información necesaria lo más aproximada posible a la realidad.

Para la exploración existen los siguientes métodos generales.

Tabla 3.1 Recomendaciones para definir el problema de exploración.

INVESTIGACIÓN PARA:	Nº DE LOCALIZACIÓN DE SONDEOS	PROFUNDIDAD MÍNIMA DEL SONDEO (d)
Sitios inexplorados de gran extensión	$a=0.1A$	
Sitios con suelos blandos de gran espesor	$30 < b < 60$	
Estructuras grandes cimentadas de zapatas aisladas cercanas	$b=15m$ y en sitios de concentración de cargas	
Almacenes de gran áreas para cargas ligeras	$n=5$, 4 en las esquinas y 1 en el centro. Intermedias si son necesarias para definir la estratigrafía.	$d=10m$ o hasta que el incremento en esfuerzo vertical sea menor de 0.1 del esfuerzo vertical impuesto por la estructura o $d= C \times B$ ($1 < C < 2$)
Cimentaciones rígidas aisladas con áreas: $250 < A < 1000m^2$	$n=3$, 2 en el perímetro y 1 en el centro, Intermedias si son necesarias para definir estratigrafía.	
Taludes	$3 < n < 5$ en la sección crítica	Tal que la superficie de falla este por arriba del fondo del sondeo. $d= 0.5$ del ancho de la base del dique de tierra.
Diques y estructuras de retención de agua o liquido	Preliminares $b=60m$, Detalle $b=30m$, Y en zonas críticas	
Aeropuertos para transito ligero	$b=30m$ en el eje de la pista, Intermedios para definir la estratigrafía.	
a =Área Tributaria máxima por sondeo (m^2). b =Espaciamiento entre sondeos (m). n =Numero de sondeos. A =Área de la cimentación (m^2). d =Profundidad mínima de sondeos, a partir de la profundidad de desplante de la cimentación (m). B =Ancho de la cimentación (m).		

Fuente Tesis: "Zonificación del Suelo Subyacente, para el Diseño de Cimentaciones, del Centro Poblado La Unión del Distrito de Pomalca".

A partir del muestreo obtenemos información directa del subsuelo para determinar las propiedades físicas, químicas, mecánicas e hidráulicas; de la zona de estudio.

Para la exploración del suelo existen los siguientes métodos generales:

3.3.1. MÉTODOS DE EXPLORACIÓN INDIRECTOS

Con estos métodos de exploración se realizan mediciones indirectamente de propiedades físicas de los suelos y rocas. Los principales métodos geofísicos son los siguientes:

3.3.1.1. Geosísmico

Con el método Geosísmico, mediante la interpretación de resultados, se pueden deducir propiedades mecánicas y la distribución de los materiales en el subsuelo, empleando las velocidades de las ondas de compresión y de corte que se transmiten a través de los materiales en el subsuelo, por efecto de las vibraciones producidas por la detonación de una carga de explosivos. Por medio de su interpretación permiten definir, aproximadamente, la geometría de la estratigrafía y extrapolar los resultados obtenidos por métodos directos.

3.3.1.2. Geoeléctrico

El método Geoeléctrico permite realizar mediciones de la resistividad, a partir de la inducción de una corriente eléctrica, se utiliza para detectar indirectamente características de los materiales del subsuelo.

3.3.1.3. Gravimétrico y Magnetométrico

Existen dos métodos de creciente aplicación en la Geotecnia, denominados Gravimétrico y Magnetométrico. Estos métodos proporcionan resultados aproximados en forma rápida y económica, sobre todo en proyectos con requerimientos geológicos mayores. En las obras de infraestructura de conducción primaria, el uso de estos métodos es de gran utilidad dado a su rapidez y economía, dando resultados aproximados útiles para determinar la factibilidad técnica y económica del proyecto.

3.3.2. MÉTODOS DE EXPLORACIÓN DIRECTOS

Son aquellos en los cuales se obtienen muestras del suelo en los diferentes estratos, para someterlas a pruebas de laboratorio; estas muestras pueden ser alteradas o inalteradas (norma aplicable para Muestra Inalterada e Alterada: NTP339.151- ASTM D4220, NTP339.169- ASTM D1587 – RNE). El muestreo se obtiene generalmente de perforaciones y/o zanjas a cielo abierto. Cualquiera que sea el método exploratorio que se adopte, éste permite definir cada estrato: se denomina así a una capa de suelo relativamente bien definida, que se halla en contacto con otras capas de características diferentes. Si los límites entre estratos son más o menos paralelos, se dice que el perfil del suelo es simple o regular (figura 3.1); si por el contrario, los límites son irregulares, se dice que el perfil del suelo es errático. (figura 3.2)

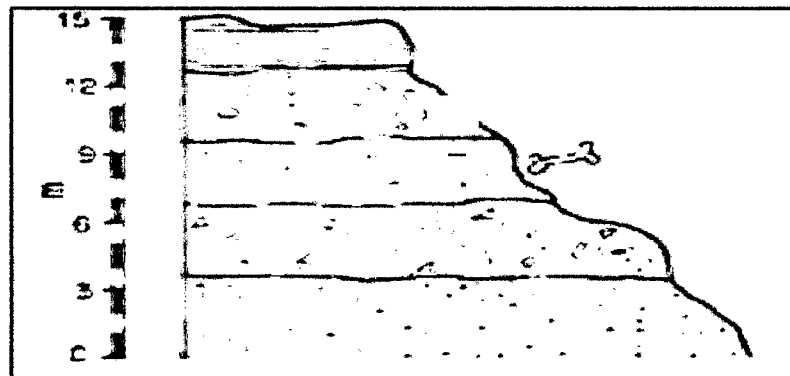


Figura 3.1 Perfil de Suelo Simple o Regular.

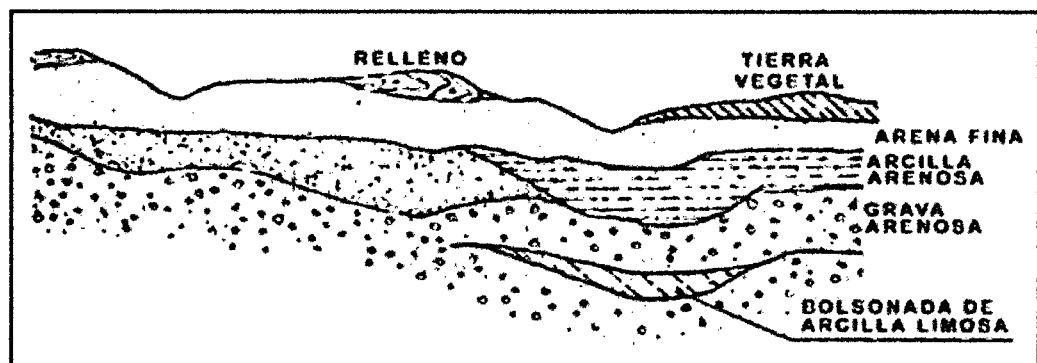


Figura 3.2 Perfil de Suelo errático o irregular.

Por experiencia se conoce que las propiedades físicas de casi todos los estratos naturales del subsuelo, varían considerablemente en la dirección vertical y mucho menos en la dirección horizontal.

En el presente estudio, para dar una amplia y precisa información de las características del subsuelo, se ha investigado minuciosamente hasta una profundidad de 3.00m; por lo que se ha utilizado el método de exploración directa, realizando 19 calicatas para la obtención de muestras alteradas e inalteradas.

3.4. MUESTREO DE SUELOS

Se entiende por muestreo de suelos, a la toma de porciones representativas de cada estrato que se encuentran en el perfil del subsuelo; con el análisis de estas muestras, nos permitirá obtener sus propiedades en el laboratorio. Un muestreo adecuado y representativo es de primordial importancia, pues tiene el mismo valor que el de los ensayos en sí; por tanto debe ser realizado por personal técnico experimentado en esta actividad.

Las muestras representativas pueden ser de dos tipos: alteradas o inalteradas.

3.4.1. MUESTRAS REPRESENTATIVAS ALTERADAS

Una muestra representativa es alterada, cuando una vez extraída no conservan las mismas condiciones de acomodo estructural que cuando se encontraba en el terreno.

Estas muestras son obtenidas empleando una posteadora o mediante una excavación a cielo abierto, que inmediatamente son depositadas en bolsas plásticas con un peso aprox. de 2 kg a 3 kg (figura 3.3) y llevadas al laboratorio para someterlas a los siguientes ensayos:

- Contenido de humedad. (NTP 339.127-ASTMD2216)
- Análisis granulométrico. (NTP 339.128-ASTMD422)
- Límites líquido y plástico. (NTP 339.129-ASTMD4318)

- Clasificación Unificada de Suelos(SUCS) (NTP 339.134-ASTMD2487)
- Límites de contracción (NTP 339.140-ASTMD427)
- Peso Especifica Relativo de Solidos (NTP 339.131-ASTMD854)
- Contenido de sales. (NTP 339.152-BS 1377)

Con estas propiedades físicas logramos clasificar los suelos y definir la estratigrafía del lugar.



Figura 3.3 Muestras Alteradas obtenidas en campo.

3.4.2. MUESTRAS REPRESENTATIVAS INALTERADAS

Son aquellas que al ser extraídas cuidadosamente no sufren cambios sus condiciones de humedad, ni su acomodo estructural. Este tipo de muestra es obtenida mediante una excavación a cielo abierto (calicata) a una profundidad adecuada, dichas muestras protegidas íntegramente son llevadas al laboratorio para determinar las propiedades mecánicas del suelo, (figura 3.4) a través de los siguientes ensayos:

- Ensayo de Corte Directo. (NTP 339.171-ASTMD3080)
- Ensayo de Consolidación unidimensional. (NTP 339.154-ASTMD2435)

Con estos tipos de muestras se obtienen algunas propiedades mecánicas suelo en estudio.



Figura 3.4 Muestras Inalteradas obtenidas en campo.

3.4.3. OBTENCIÓN DE MUESTRAS REPRESENTATIVAS ALTERADAS

De los variados métodos que se utilizan para obtener muestras alteradas de suelo, el conveniente para este trabajo, es la extracción de calicatas; se utilizará posteadora en el caso que el nivel freático no permite seguir excavando; de la manera que se detalla a continuación:

3.4.3.1. DE UNA CALICATA

- Se retira a capa de despálme superficial.
- Se quita el material seco y suelto para obtener una superficie fresca de donde obtener la muestra. (figura 3.5)
- Se extiende una bolsa o tela impermeable al pie del talud para recoger la muestra.
- Se toma una muestra representativa por medio de cuarteo, de cada clase de suelo encontrado y se colocan en bolsas separadas, con su identificación correspondiente.
- Las bolsas con material se llevan al laboratorio. (figura 3.6)



Figura 3.5 Calicata C-1, obtención de muestra alterada.



Figura 3.6 Muestra alterada.

3.4.3.2. CON UNA POSTEADORA

- Se coloca el suelo excavado en hilera en el orden que se va extrayendo. (figura 3.7)
- Se toma una muestra representativa por medio de cuarteo, de cada clase de suelo encontrado y se colocan en bolsas separadas, con su identificación correspondiente. (figura 3.8)
- Las bolsas con material se llevan al laboratorio.



Figura 3.7 Exploración con posteadora.

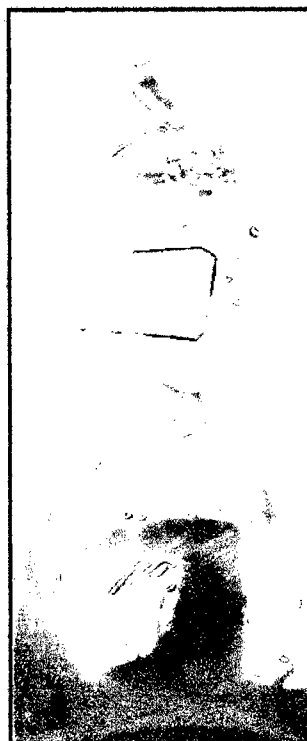


Figura 3.8 Muestra alterada con posteadora.

OBTENCIÓN DE MUESTRAS INALTERADAS

3.4.3.3. MÉTODO I

- Para obtener una muestra inalterada, un método apropiado es: cortar un trozo de suelo en un molde de un cilindro de $D=4'$ y $H=10\text{cm}$, luego se cubre con parafina los lados y se forra con placa de vidrio de lado de 10cm y se envuelve con cinta de embalaje.
- Se limpia la superficie del terreno, se marca el contorno de la calicata, y se excava.
- A una profundidad adecuada se ingresa el tubo de $\phi=4"$ y $H=0.10\text{m}$. (figura 3.9)



Figura 3.9 Obtención de muestra Inalterada.C-05

- Con ayuda de un cuchillo de hoja delgada, se excava los contornos y con una madera se ejerce presión. (figura 3.10)



Figura 3.10 Extracción de la muestra.

- Una vez ingresado el tubo en el suelo a ensayar, se enrasa y se corta la muestra con cuidado de que no sufra ninguna alteración física. (figura 3.11)

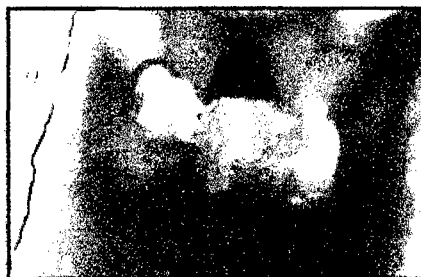


Figura 3.11 Perfilado de la muestra.

- La cara de la muestra extraída se marca con una flecha indicando la posición superior de extracción de la muestra, también se indica la calicata, numero de muestra; luego se forran los contornos de la muestra aplicando 3 capas de parafina diluida con ayuda de una brocha, y se deja secar. (figura 3.12)



Figura 3.12 Sellado de la muestra.

3.4.3.4. MÉTODO II

- Para obtener una muestra inalterada, otro método es; cortar un trozo de suelo del tamaño deseado (generalmente de 30 x 30 x 30cm.) cubriéndolo con parafina, para evitar pérdidas de humedad y empacándolo debidamente para su envío al laboratorio.

- Se limpia y alisa la superficie del terreno, marcándole el contorno de la calicata.
- Se excava una zanja alrededor de éste.
- Se ahonda la excavación y se cortan los lados del trozo, empleando un cuchillo de hoja delgada.
- Se corta el trozo con el cuchillo y se retira con cuidado del hoyo hecho.
- La cara del trozo extraído que corresponde al nivel del terreno, se marca con una señal cualquiera, para que se conozca la posición que ocupaba en el lugar de origen, inmediatamente se chaflan las aristas de la muestra, aplicando enseguida 3 capas de parafina diluida con una brocha.
- Si la muestra no va a ser usada pronto, necesita una protección adicional a las 3 capas de parafina ya indicadas. Esta protección consiste en envolver la muestra con una tela blanda, amarrándola con un cordel; hecho esto se sumerge la muestra en la parafina fundida, sumergiendo la muestra repetidas veces hasta alcanzar un espesor de 3mm, que es suficiente para garantizar la impermeabilidad si las muestras inalteradas necesitan ser enviadas a un laboratorio lejos del lugar de extracción, entonces necesita mayor protección, que consiste en cubrir la muestra con 1.27cm como mínimo de parafina y empacarla con aserrín, paja o papel en una caja adecuada.
- La excavación de calicatas, nos da una información apreciable: hasta donde llega y permite la inspección visual de los estratos del suelo; sin embargo la mayoría de las investigaciones del suelo, requieren de estudios de terreno a profundidades mayores que las que pueden ser alcanzadas satisfactoriamente con excavaciones a cielo abierto.

- El procedimiento más utilizado, es el de detener la excavación a la profundidad donde se construirán los cimientos. Este método no da información de la naturaleza del suelo que quedará debajo de ellos; sin embargo son estos los que sostendrán la estructura, por tanto, es necesario obtener muestras a una mayor profundidad, mediante el uso de pasteadoras.
- No es posible establecer reglas definitivas para determinar la profundidad a que se deben llevar las perforaciones. Además de las recomendaciones que se da anteriormente, la profundidad hasta la cual debe investigarse un suelo, está en función del tipo de suelo encontrado, del tamaño y peso de la estructura a construir, considerando que los esfuerzos desarrollados en el suelo dependen de la carga distribuida en toda el área cargada y de las cargas debajo de las zapatas individuales. Es recomendable investigar el suelo hasta una profundidad de 1.5 veces la menor dimensión del área cargada, a partir del nivel de desplante de la cimentación.
- Cualquiera que sea el tipo de perforación que se adopte conforme se profundiza, es necesario anotar los tipos de estratos que se atraviesa, indicando si son: gravas, arena, limo, arcilla o mezcla de los mismos, así también descripción de los materiales: tipos de granos, tamaño, color, olor, etc. Con estos datos y con los que se obtienen de las pruebas de laboratorio, es posible hacer un perfil del suelo en estudio. (figura 3.13)

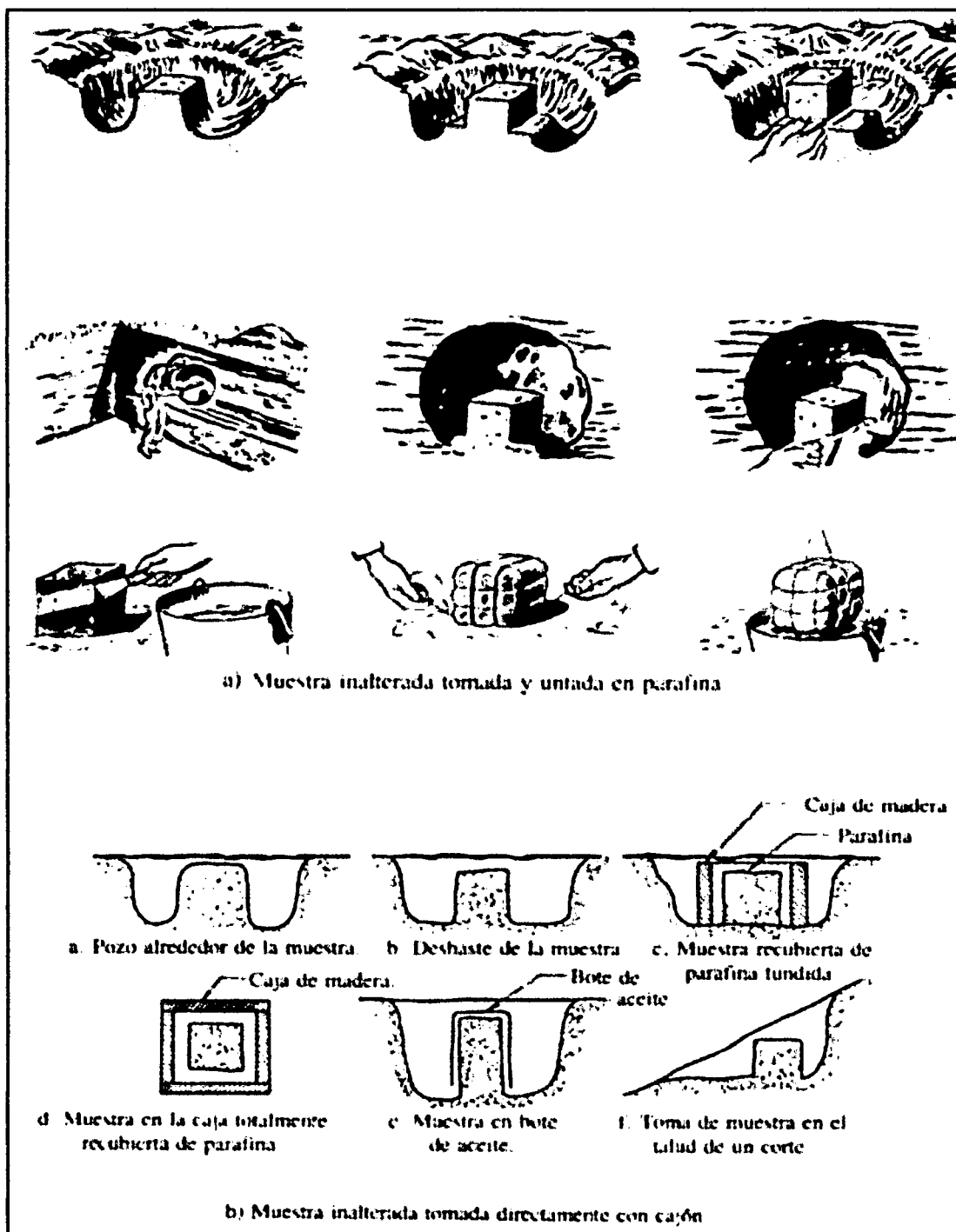


Figura 3.13 Método II para obtención de muestra inalterada.

CAPÍTULO IV

4. MARCO TEÓRICO

Las diferentes denominaciones que se emplean para definir los suelos encontrados en el muestreo están sujetas a variaciones, por lo tanto es importante uniformizar dichos criterios de apreciación, que dependen del ingeniero responsable del estudio. A continuación se presenta una serie de características mínimas que servirán para definir los diferentes suelos.

4.1. ORIGEN DE SUELOS

El suelo es producido por intemperismo, es decir, por la fractura y rompimiento de varios tipos de rocas en piezas más pequeñas mediante procesos mecánicos y químicos.

Las diferentes denominaciones que se emplean para definir los suelos encontrados en el muestreo están sujetas a variaciones, por tanto es importante uniformizar dichos criterios de apreciación, que dependen del ingeniero responsable del estudio. A continuación se presenta una serie de características mínimas que servirán para definir los diferentes tipos de suelo.

En general los suelos se clasifican en residuales y transportados.

4.1.1. SUELOS RESIDUALES

Aquellos en los cuales las partículas provenientes de la descomposición de la roca madre no han sufrido transporte a otro lugar.

Son suelos que permanecen donde se forman y cubren la superficie rocosa de la que se derivan.

4.1.2. SUELOS TRANSPORTADOS

Aquellos en los cuales las partículas provenientes de la descomposición de la roca madre han sido transportadas a otro lugar por algún agente, generalmente aire o agua. Durante el transporte se produce una mezcla de suelos alterándose física y químicamente.

Según el agente de transporte, se subdividen en tres categorías principales:

- **Aluviales o fluviales:** depositados por agua en movimiento.
- **Glaciales:** depositados por acción glaciár.
- **Eólicos:** depositados por acción del viento.

4.2. DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS

Para los diferentes tipos de suelos se realiza una descripción de acuerdo a las siguientes características y al orden indicado.

4.2.1. NOMBRE POR SUS FRACCIONES CONSTITUYENTES

Se indica el constituyente predominante, seguido por los nombres de los demás constituyentes. Si alguno de ellos se presenta en pequeña cantidad, se le antepone el término "ligeramente". Las distintas fracciones son:

- **Fragmento de roca o bloque.-** Trozos de roca mayor a 12".
- **Bolos, bolones o padrones.-** Partículas de tamaño entre 6" y 12".
- **Piedras.-** Partículas de tamaño entre 3" y 6".
- **Gravas (G).-** Partículas de tamaño entre 3" y la malla N° 4.
 - Gravas gruesas.- De 3" a 3/4".
 - Grava fina.- De 3/4" a malla N° 4.
- **Arena (S).-** Partículas entre la malla N° 4 y la malla N° 200.
 - Arena gruesa.- Entre la malla N° 4 y la malla N° 10.
 - Arena media.- Entre la malla N° 10 y la malla N° 40.
 - Arena fina.- Entre la malla N° 40 y la malla N° 200.

- **Limos y arcillas (M y C).**- Partículas que pasan la malla N° 200. Su clasificación se determina por la plasticidad, utilizando los límites de Atterberg.
- **Material orgánico.**- Es con frecuencia un componente del suelo, pero no tiene un tamaño de los granos que sean específicos. Se clasifican por la composición de las partículas y no por su tamaño.

4.2.2. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

4.2.2.1. SUELOS GRANULARES (GRAVAS Y ARENAS)

- **Tamaño de partículas:** Se indican para cada fracción constituyente (grava o arena), si es gruesa, media o fina. Además para suelos gravosos se indica el tamaño máximo de partícula.
- **Angulosidad:** Para las fracciones de grava debe indicarse la angulosidad que puede ser
 - Angular.
 - Sub angular.
 - Sub redondeada.
 - Redondeada.
- **Gradación:** En caso de que el contenido de finos se estime menor que el 5 %, se indicará si el suelo es bien o mal gradado.
- **Contenido de finos:**
 - Si el contenido de finos (limo y arcilla) es menor del 5%, no se menciona su existencia.
 - Si el contenido de finos esta entre 5% ~ 12%, se antepondrá el término "ligeramente" a las palabras limoso, arcilloso o limo-arcilloso.
 - Si el contenido de finos es mayor del 12%, se describirá como: limoso, arcilloso o limo-arcilloso. Además, si el contenido de finos es lo suficientemente alto como para apreciar su plasticidad, debe indicarse ésta.

- **Densidad relativa:** En los suelos de partículas gruesas con contenido de finos bajos y las partículas de arena y grava no están adheridas entre sí por los finos, se estimara la densidad relativa, si estuvieran adheridas es imposible apreciar la densidad relativa, si esto sucede es importante indicarlo en la descripción y puede ser necesario extraer muestras inalteradas para estudiar en laboratorio la culpabilidad del material al saturarse.

4.2.2.2. SUELOS COHESIVOS (LIMOS Y ARCILLAS)

Se describen por la plasticidad y la consistencia.

- **Plasticidad:** Es una medida del rango de contenido de humedad, dentro del cual el suelo puede ser amasado con facilidad. En el campo se mide por la sensación que produce al amasarlo con una cantidad adecuada de agua. La sensación que produce la plasticidad es un ejemplo de material plástico. La plasticidad se describe utilizando los siguientes términos. (tabla 4.1)

Tabla 4.1 Grado de plasticidad

GRADO DE PLASTICIDAD	L.L
No Plástico	0 – 4
Plasticidad Baja	4 – 30
Plasticidad Media	30 – 50
Plasticidad Alta	Más de 50

Fuente Libro: "Fundamentos de ingeniería geotécnica" Autor: Braja M. Das-Segunda Edición. Pág.34.



- **Consistencia:** La consistencia del suelo se refiere al grado de humedad. De acuerdo a los límites de consistencia, un suelo se puede comportar más o menos como un sólido, un material plástico o como un líquido viscoso. Estos límites de consistencia (Límites de Atterberg) se expresan en términos de contenido de humedad del suelo. Es necesario aclarar que el paso de un estado a otro es gradual. Su importancia es el de tener una base para clasificar suelos de grano fino, de acuerdo a sus características de plasticidad.

4.2.3. COLOR

En exploraciones de campo, el color del suelo suele ser un dato útil para diferenciar los diferentes estratos y para identificar tipos de suelos, cuando se posea cierta experiencia local. En general, existen también algunos criterios relativos al color; por ejemplo: el color negro y otros de tonos oscuros suelen ser indicativos de la presencia de materia orgánica; los colores claros y brillantes son propios, más bien, de suelos inorgánicos.

Para describir los colores se recomienda utilizar los siguientes términos: marrón claro, plomo claro, plomo blanquizco, marrón verdoso, plomo negruzco.

4.2.4. OLOR

El olor es una característica fundamental de los suelos con materia orgánica. Si el olor es débil, debe calentarse un poco de muestra.

4.3. CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Existen varios métodos de clasificación de suelos, el conocido como el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS), el de la asociación americana de agencias oficiales de carreteras y transportes (AASTHO), el sistema del departamento de agricultura de los Estados Unidos (USDA), el sistema de la ASTM y el de la agencia federal de aviación (FAA).

Todos los sistemas de clasificación son de interés primordial para el ingeniero, y estos utilizan los límites de Atterberg (por lo menos los límites líquidos y plásticos) con un análisis total o parcial de la granulometría y el proceso de eliminación para la clasificación de suelos.

4.3.1. CLASIFICACIÓN UNIFICADA

El sistema unificado de clasificación de suelos, es una consecuencia del sistema de clasificación para aeropistas desarrollado por A. Casagrande, con un método rápido para identificar suelos, según cualidades estructurales y de plasticidad. Su agrupamiento está referido a su comportamiento.

Se indica el símbolo correspondiente, de acuerdo al sistema de clasificación unificada, conforme aparece a continuación. (tabla 4.2)

Para el conocimiento de propiedades físicas, se realizarán los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico.
- Límites de Atterberg.
- Peso específico.
- Contenido de humedad.
- Determinación del porcentaje de sal

Para el conocimiento de las propiedades mecánicas, se realizarán los siguientes ensayos:

- Ensayo de consolidación.
- Ensayo de corte directo.

Tabla 4.2 Clasificación Unificada de Suelos.

MATERIAL	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
GRAVAS	GW	Grava bien Graduada
	GP	Grava mal graduada
	GM	Grava Limosa
	GC	Grava Arcillosa
	GM-GC	Grava Limo Arcillosa
	GW-GM	Grava Ligeramente Limosa Bien Graduada
	GW-GC	Grava Ligeramente Gravosa Bien Graduada
	GW-GM-GC	Grava Ligeramente Limosa Arcillosa Bien Graduada
	GP-GM	Grava Ligeramente Limosa Mal Graduada
	GP-GC	Grava Ligeramente Arcillosa Mal Graduada
	GP-GM-GC	Grava Ligeramente Limosa Arcillosa Mal Graduada
ARENAS	SW	Arena Bien Graduada
	SP	Arena Mal Graduada
	SM	Arena Limosa
	SC	Arena Arcillosa
	SM-SC	Arena Limosa Arcillosa
	SW-SM	Arena Ligeramente Limosa Bien Graduada
	SW-SC	Arena Ligeramente Arcillosa Bien Graduada
	SW-SM-SC	Arena Ligeramente Limosa Arcillosa Bien Graduada
SUELOS FINOS	ML	Limo Inorgánico de Plasticidad Baja o Media
	CL	Arcilla Inorgánica de Plasticidad Baja o Media
	ML-CL	Limo Arcilloso o Arcilla limosa Inorgánica de Plasticidad Baja o Media
	OL	Suelo Orgánico de Plasticidad Baja o Media
	MH	Limo Inorgánico de Plasticidad Alta
	CH	Arcilla Inorgánica de Plasticidad Alta
	OH	Suelo Orgánico e Plasticidad Alta
SUELOS ORGÁNICOS	PT	Suelo Fibroso con Alto Contenido de Materia Orgánica

Fuente “Reglamento Nacional de Edificaciones-2015” E-050 Pág.340.

Editora ICG.

CAPÍTULO V

5. ENSAYOS DE LABORATORIO

5.1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

5.1.1. NORMATIVIDAD

- Para la realización de los ensayos granulométricos, tomamos como referencia las siguientes normas:
 - NTP 339.128(ASTM D422).
 - AASHTO T87-70 (Procedimiento de Muestra) - ASTM D421- 58
 - AASHTO T88-70 (Procedimiento de Prueba) - ASTM D422- 63.
 - NTP 339.128(ASTM D422).

5.1.2. OBJETIVO

- Es determinar el tamaño de las partículas o granos que constituyen un suelo, y fijar en porcentaje de su peso total y la cantidad de granos de distintos tamaños, que el mismo contiene. El método más directo para separar un suelo en fracciones de distinto tamaño, consiste es el uso de tamices. Pero como la abertura de la malla más fina que se fabrica es de 0.075mm (malla N° 200), el uso de tamices está restringido al análisis de arenas limpias; de modo que si un suelo contiene partículas menores de dicho tamaño, debe ser separado en dos partes, para el lavado sobre aquel tamiz.

5.1.3. INFORMACIÓN TEÓRICA

- La distribución granulométrica de suelos de grano grueso, es determinada mediante el análisis granulométrico por la abertura de las mallas (tabla 5.1); mientras que para suelos de grano fino, la distribución granulométrica puede obtenerse por medio de análisis granulométrico con hidrómetro.

Tabla 5.1 Tamaños de mallas estándar en Estados Unidos

TAMIZ N°	ABERTURA (mm)
4	4.750
6	3.350
8	2.360
10	2.00
16	1.180
20	0.850
30	0.600
40	0.425
50	0.300
60	0.250
80	0.180
100	0.150
140	0.106
170	0.088
200	0.075
270	0.053

Fuente Libro: "Fundamentos de ingeniería geotécnica" Autor: Braja M. Das-Segunda Edición. Pág.8.

5.1.4. MATERIALES Y EQUIPOS

- Balanza con aproximación de 0.1 gr.
- Juego de tamices.
- Frasco lavador.
- Tamiz N° 200 para lavado.
- Mortero.
- Brocha.
- Muestra representativa (200 a 1000gr.)

5.1.5. PROCEDIMIENTO

- **ALCANCES PREVIOS:** Se hace un examen visual previo, luego se toma una pequeña porción de muestra húmeda la secamos a la estufa, luego se trata de romper con los dedos para determinar su resistencia en seco; si se puede romper fácilmente y el material fino se pulveriza bajo la presión de aquellos, entonces el análisis es directamente por tamices, pero si el material que se le examina su resistencia en seco (presionándolo entre los dedos), vemos que no se pulveriza fácilmente, se efectúa el análisis con lavado previo.
- 1° Se seca la muestra en la estufa o el sol.



Figura 5.1 Secado de las muestras al sol.

- 2° Después de que se enfrían las muestras, se pesa una muestra representativa de 200gr. En la balanza.

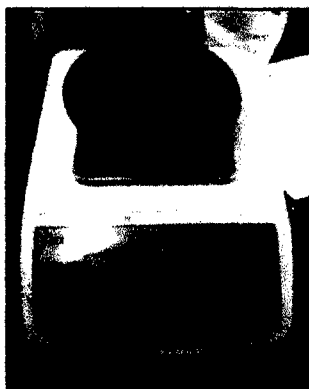


Figura 5.2 Secado de las muestras al sol.

- 3° Se debe colocar la muestra en un recipiente y llenarla con agua suficiente hasta que quede cubierta, dejando empapar todo el material, por un periodo de 24 horas.

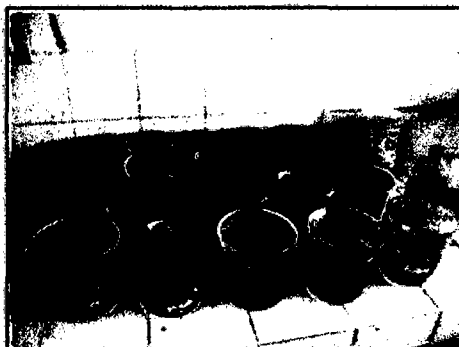


Figura 5.3 Muestras sumergidas en agua.

- 4° Se agita la muestra en el depósito para asegurarse de que el contenido este totalmente mojado y no este haya partículas secas sedimentadas, utilizando un frasco lavador para evitar pérdidas del suelo.



Figura 5.4 Saturación de la muestra.

- 5° Se lava cuidadosamente el material a través del tamiz sin que haya pérdidas del material, utilizando agua común, hasta que el agua que pasa a través del tamiz mantenga su transparencia. Al efectuar este procedimiento son eliminadas las partículas de suelo fino que pasan por el tamiz 200 y quedan retenidas las partículas de grano grueso.



Figura 5.5 Lavado de la muestra por el tamiz 200.

- 6° Verter cuidadosamente el material con ayuda de un frasco lavador en un recipiente desecador y permitirle sedimentar por un periodo suficiente, hasta lograr que el agua en la parte superficial de la suspensión se vuelva transparente.
- 7° Botar tanto como se pueda esta agua transparente, y colocarlo en una capsula para su secado en el horno por un periodo de 24 horas.



Figura 5.6 Muestras preparadas para ir al horno.

- 8° Al día siguiente regresar al laboratorio y pesar el material secado al horno.

- 9° Luego pasar la muestra seca a través de los tamices con aberturas de 2", 1/2", 1", 1/2", 3/8", N° 4, 10, 20, 40, 50, 100 y 200. Y sacudir los tamices horizontalmente durante un lapso de 5 a 10 minutos.

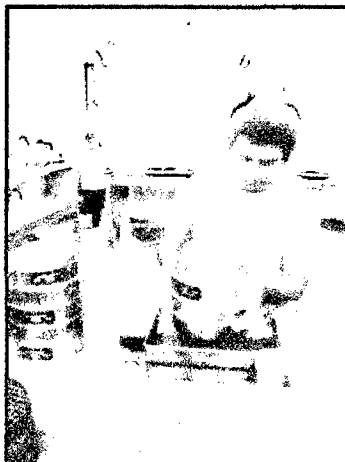


Figura 5.7 Tamizado de las muestras.

- 10° Se pesa por separado las porciones retenidas por cada tamiz, luego se colocan independientemente en un recipiente y se conserva hasta terminar el ensayo.



Figura 5.8 Procedimiento de pesado de muestras tamizadas.

- 11° Conocido los pesos parciales retenidos en cada una de la mallas, se obtienen los porcentajes retenidos parciales acumulados y los porcentajes que pasan.

- 12° Se dibuja la curva granulométrica del suelo, con los porcentajes que pasan vs. los diámetros de las mallas mencionadas.

5.2. LÍMITES DE CONSISTENCIA

5.2.1. INFORMACIÓN TEÓRICA

- Los límites de consistencia son llamados, también LÍMITES DE ATTERBERG. En total fueron cinco: Límite de Cohesión, L. de Pegajosidad, L. Contracción, L. Plástico y L. Líquido.
- Los límites de consistencia, son puntos de transición de un estado de consistencia a otro, en función de humedad; además su utilidad es intervenir en la clasificación de los suelos y medir la plasticidad de las arcillas y limos. (figura 5.9)

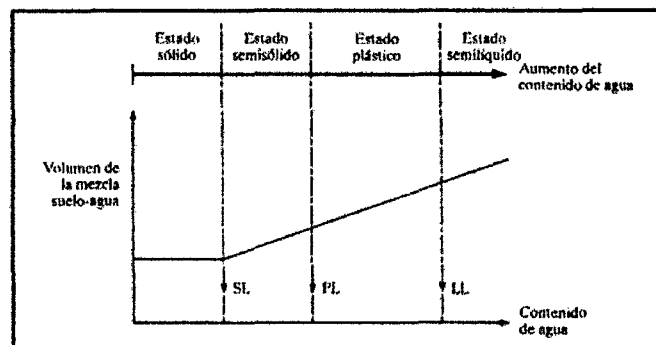


Figura 5.9 Límites de Consistencia.

- Los dos estados más importantes son los LÍMITES LÍQUIDO Y PLÁSTICO, ya que representan los extremos superior e inferior del estado plástico. El intervalo del estado plástico está determinado por su diferencia y recibe el nombre de índice de plasticidad (IP), los cuales los determinamos en la presente tesis mediante ensayos de laboratorio.

5.2.2. LÍMITE LÍQUIDO

5.2.2.1. NORMATIVIDAD

- Para la realización del ensayo de Límite Líquido, tomamos como referencia las siguientes normas:
 - NTP 339.129.
 - ASTM D423 – 66
 - AASHTO T89- 68
 - NTP 339.128(ASTM D422).

5.2.2.2. OBJETIVO

- Es determinar y conocer las características del suelo en su límite líquido.

5.2.2.3. INFORMACIÓN TEÓRICA

- Para la determinación del límite líquido de un suelo por el método estándar, se emplea el procedimiento de Casagrande, según el cual se define como límite líquido el contenido de agua de fracción de suelo que pasa la malla N° 0.425 (40), cuando al ser colocada en la copa de Casagrande y efectuar en ella una ranura trapecial de dimensiones específicas, los bordes inferiores de la misma se ponen en contacto en una longitud de 13.0 mm , después de golpear la copa 25 veces, dejándola caer sobre una superficie dura de características especiales, desde una altura de 1 centímetro y a una velocidad de 2 golpes por segundo. En el método estándar el límite líquido se determina de manera gráfica mediante la curva de fluidez, la que se obtiene uniendo los puntos que representa los contenidos de agua correspondientes a diferentes números de golpes, para los cuales la ranura se cierra en la longitud especificada.

5.2.2.4. MATERIALES Y EQUIPOS

- Cápsula de porcelana de 12cm de diámetro.
- Espátula de Hoja de acero flexible de 7.5 cm. De longitud y 2 cm de ancho con punta redonda.
- Frasco lavador
- Copa de Casagrande calibrada para una altura de caída de 1 cm. Provista de ranuradores, uno plano y otro curvo, con las características que se indican. (figura 5.10)

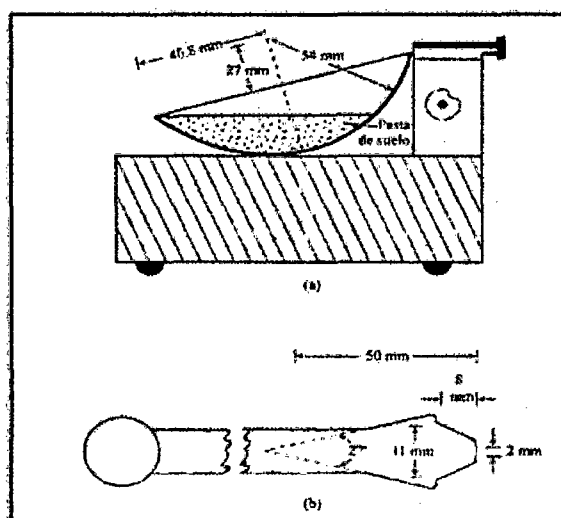


Figura 5.10 Límites de Consistencia.

- Balanza de 200 gr. de capacidad y 0.01 gr de aproximación.
- Estufa
- Agua destilada

5.2.2.5. PROCEDIMIENTO

- Alcances: Debemos Separar una porción del material tamizado para la realización del ensayo de Límite Plástico.
- 1° Se toma una muestra de 150 gr, aproximadamente, que este completamente seca al sol, se pulveriza con la ayuda de un mortero y se pasa a través del tamiz N° 40, trabajaremos con el material que pasa el tamiz, el material retenido es eliminado.



Figura 5.11 Tamizado de la Muestra pulverizada.

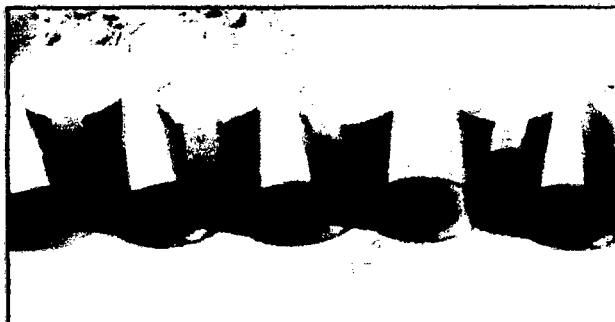


Figura 5.12 Muestra tamizada a través del tamiz N° 40.

- 2° Este material se coloca en una cápsula de porcelana, y se procede a homogenizar la humedad con la espátula, volviéndose una pasta.



Figura 5.13 Homogenizar humedad.

- 3° Colocar con la espátula una cantidad suficiente de pasta en la copa de Casagrande (especificaciones mencionadas) hasta q esta una vez extendida tenga un espesor de 8 a 10 milímetros moldearla adecuadamente.
- Para extender el material se procede del centro hacia los lados, sin aplicarle una presión excesiva y con el número mínimo de pasadas de la espátula.



Figura 5.14 Colocación de la muestra en la Copa de Casagrande.

- 4° Se efectúa una ranura en la parte central del material que contiene la copa, con una pasada firme del ranurador, como se muestra en la Figura, manteniéndolo siempre normal a la superficie de la copa.



Figura 5.15 Ranurando la muestra en copa de Casagrande.

- 5° Se acciona la manivela del aparato para hacer caer la copa, a razón de 2 golpes por segundo y se registra el número de golpes necesarios para que los bordes inferiores de la ranura se pongan en contacto en una longitud de 12.7 mm.
- 6° Una vez logrado lo anterior se toma aproximadamente 10 gr del material de la porción cerrada de la ranura y se coloca en una capsula, para proceder de inmediato a obtener su contenido de humedad.

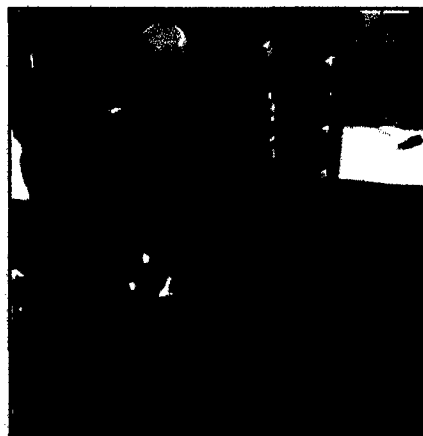


Figura 5.16 Repetición del paso anterior.

- 7° A continuación y una vez que se ha tomado la muestra para la determinación de la humedad, se regresa a la cápsula de mezclado lo que contiene la copa, se lavan y secan tanto la copa como el ranurador.
- 8° Enseguida se agrega agua con frasco lavador al material contenido en platillo, se homogeniza el material y se vuelven a realizar las etapas anteriores.
- NOTA: La cantidad de agua agregada al material deberá ser en tal forma que las cuatro determinaciones efectuadas, quedan comprendidas entre 25 y 35 golpes, siendo necesario obtener 3 valores. Para consistencias menores de 10 golpes es difícil identificar el momento de cierre de la ranura en la longitud especificada, por otra parte y para más de 35 golpes, se dificulta la ejecución de la prueba.
- 9° Dibújese una gráfica (curva de fluidez) con el contenido de agua y el número de golpes correspondiente. Esta curva debe considerarse como una recta entre los 6 y 35 golpes. La coordenada correspondiente a los 25 golpes, será el límite líquido del suelo

5.2.3. LIMITE PLÁSTICO

5.2.3.1. NORMATIVIDAD

- Para la realización del ensayo de Límite Líquido, tomamos como referencia las siguientes normas:
 - NTP 339.129.
 - ASTM D424- 59
 - AASHTO T90- 70

5.2.3.2. OBJETIVO

- Es determinar y conocer el límite plástico en el suelo que se define como el mínimo contenido de agua de la fracción que pasa la malla Núm. 0.425 (N° 40), para que se puedan formar con ella cilindros de 3 mm, sin que se rompan o se desmoronen.

5.2.3.3. MATERIALES Y EQUIPOS

- Cápsula de porcelana de 12cm de diámetro.
- Espátula de Hoja de acero flexible de 7.5 cm. De longitud y 2 cm de ancho con punta redonda.
- Vidrio/Tripley áspero de 30 x 30cm.
- Estufa.
- Balanza eléctrica con aproximación de 0.01 gr.
- Suelo y agua destilada

5.2.3.4. PROCEDIMIENTO

- 1° Se toma una muestra de material preparado de acuerdo con la prueba de LL, a la cual se le da la forma de una pequeña esfera de aproximadamente 12 mm de diámetro, que deberá moldearse con los dedos para que pierda la humedad y se forma un cilindro manipulándolo sobre la palma de la mano, aplicando con los dedos la presión necesaria para tal fin.
- 2 ° A continuación, se enrolla el cilindro con los dedos de la mano sobre la placa, dando la presión requerida para reducir su diámetro hasta que este sea uniforme en toda su longitud y ligeramente mayor de 3 mm, la velocidad de rodado deberá ser de 60 a 80 ciclos por minuto, entendiéndose por ciclo un movimiento completo de la mano hacia adelante y hacia atrás, hasta volver a la posición de la partida.

- 3° Si al alcanzar dicho diámetro el cilindro no se rompe en varias secciones simultáneamente, su humedad es superior a la del límite plástico. En ese caso se debe juntar todo el material, se forma nuevamente una pequeña esfera, manipulándola con los dedos para facilitar la pérdida de agua y lograr una distribución uniforme de la misma.
- 4° Se repiten los pasos 1 hasta el 3 hasta lograr que el cilindro se rompa en varios segmentos precisamente en el momento de alcanzar el diámetro de 3 mm. Dicho diámetro se verifica comparándolo con el alambre de referencia.
- 5° En seguida se efectúa la determinación del contenido de humedad correspondiente.
- 6° Para mayor seguridad en los resultados de la prueba, se deberá llevar a cabo por lo menos 3 determinaciones sucesivas del límite plástico, en cada muestra.
- 7° Los suelos con lo que no es posible formar cilindros del diámetro especificado, con ningún contenido de agua, se consideran como no plásticos.

5.2.4. ÍNDICE PLÁSTICO (IP)

- La diferencia numérica entre el Límite Líquido (LL) y el Límite Plástico (LP), es el índice de plasticidad (IP). (5.1)

$$IP = LL - LP \quad (5.1)$$

- El Índice de plasticidad indica la cantidad de humedad, al cual el suelo se encuentra en una condición plástica; relacionada generalmente con la cantidad de arcilla del suelo.

- Kassiff, Liben y Wiseman, han encontrado la relación entre el IP y el probable levantamiento de arcillas compactadas, según el siguiente cuadro.(tabla 5.2)

Tabla 5.2 Clasificación Unificada de Suelos.

IP (%)	Levantamiento de la Superficie (cm)
10	0
20	1
30	4
40	7
50	13

Fuente Libro: "Ingeniería Geotécnica" Autor: William Rodríguez Serquen" Edición.2013 Pág.6

5.2.5. CONSISTENCIA RELATIVA (CR)

- En función de los límites de consistencia se puede obtener la Consistencia Relativa (CR) de los suelos cohesivos(5.2); por lo tanto:

$$CR = \frac{LL - \omega_n}{IP} \quad (5.2)$$

Siendo: ω_n la humedad del suelo en su estado natural.

- Si la consistencia relativa resulta negativa, o sea cuando la humedad del suelo sea mayor que la de su límite líquido, el amasado del suelo lo transforma en barro viscoso. Consistencias relativas muy cercanas a cero, indican un suelo con esfuerzo a ruptura q_u a compresión axial no confinada, comprendido entre 0.25 ~ 1.0 Kg/cm². Si la consistencia relativa es aproximadamente igual a uno, ello indica que su consistencia puede estar comprendido entre 1.0 ~ 5.0 Kg/cm².
- En general, el esfuerzo de corte de un suelo crece a medida que CR varía de 0 a 1. Un valor de CR de 0.0 ~ 0.25 indica un suelo muy suave; de 0.25 ~ 0.50, suave; de 0.50 ~ 0.75, consistencia media y de 0.75 ~ 1.0, consistencia rígida.

5.2.6. ÍNDICE DE LIQUIDEZ (IL)

- En los suelos plásticos, el índice de liquidez es indicativo de la historia de los esfuerzos a que ha estado sometido el suelo. Si el valor del Índice de liquidez (5.3) es cercano a cero, se considera que el suelo está pre-consolidado y si es cercano a 1 se le considera como normalmente consolidado. La expresión para obtener el Índice de liquidez es:

$$IL = \frac{W - LP}{IP} \quad (5.3)$$

- $W = \text{Humedad Natural}$
- Si la humedad inicial de un suelo corresponde a un índice de liquidez igual a 0.2 o más, el suelo aun altamente plástico, tendrá poca o nula expansión.

5.2.7. ÍNDICE DE FLUIDEZ (IF)

- El índice de fluidez, se define como el cambio de contenido de humedad correspondiente sobre un ciclo del gráfico semilogarítmico, es decir, el Índice de fluidez (IF) (5.4), es la pendiente de la curva de flujo.

$$IF = \frac{\Delta W - LP}{\log \frac{N_2}{N_1}} \quad (5.4)$$

$W = \text{Humedad Natural a } N \text{ golpes}$

$N_1 \text{ y } N_2 = \text{Número de Golpes}$

5.2.8. ÍNDICE DE TENACIDAD (IT)

- La tenacidad es una medida de la resistencia del esfuerzo cortante en el límite plástico del suelo.

- Para obtener una medida relativa a la tenacidad, basta definir el índice de tenacidad, como la relación entre el índice plástico y de fluidez.

$$IT = \frac{IP}{IF} \quad (5.5)$$

5.2.9. LÍMITE CONTRACCIÓN:

5.2.9.1. NORMATIVIDAD

- Para la realización del ensayo de Límite de contracción, tomamos como referencia las siguientes normas:
 - NTP 339.140.
 - ASTM D427- 61
 - AASHTO T92- 68

5.2.9.2. OBJETIVO

- Es determinar y conocer el límite de contracción en el suelo.

5.2.9.3. INFORMACIÓN TEÓRICA

- Definición: Se define como el contenido de agua, en el cual el suelo no sufre ningún cambio adicional de volumen con la pérdida del agua. La capacidad para soportar cargas de los suelos de grano fino, está en el máximo cuando su contenido de humedad está en cero, por debajo del Límite de Contracción.(5.6) (figura 5.17)

$$L_c = \frac{P_h - P_s - (V_h - V_s)}{P_s} * 100 \quad (5.6)$$

P_h : *Peso del Suelo Humedo*

P_s : *Peso el Suelo Seco*

V_h : *Volumen del Suelo Húmedo.*

V_s : *Volumen del Suelo Seco*

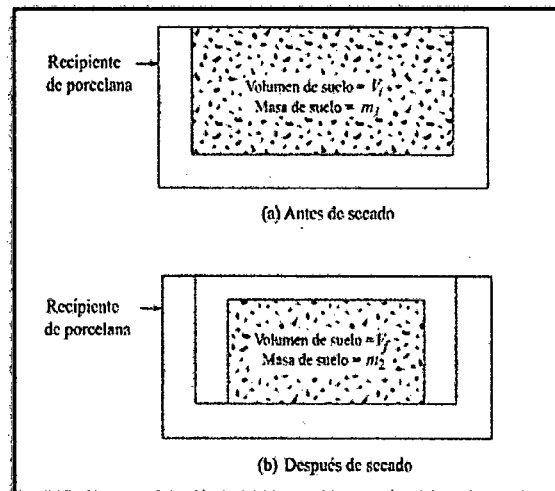


Figura 5.17 Límite de Contracción.

5.2.9.4. MATERIALES Y EQUIPOS

- Cápsula de porcelana de 12cm de diámetro.
- Espátula de Hoja de acero flexible de 7.5 cm. De longitud y 2 cm de ancho con punta redonda.
- Vidrio/Triplay áspero de 30 x 30cm.
- Estufa.
- Balanza eléctrica con aproximación de 0.01 gr.
- Suelo y agua destilada

5.2.9.5. PROCEDIMIENTO

- 1° Tome alrededor de 40gr de suelo de material representativo que pase a través del tamiz N° 40, y mezclarlo cuidadosamente con agua destilada, hasta lograr una pasta cremosa, que pueda colocarse dentro de la cápsula de contracción, sin dejar ningún vacío.
- 2° Recubrir ligeramente la cápsula de contracción con vaselina, para prevenir que el suelo se adhiera al recipiente y/o se formen grietas durante el secado. Pese el recipiente y registre su peso.

- 3° Llenar la cápsula en tres capas, colocando aproximadamente 1/3 de la cantidad de suelo seco, necesaria para llenar la cápsula cada vez, y darle golpes suaves sobre una base firme, hasta que el suelo fluya dentro de la cápsula y se note la ausencia total de burbujas de aire. Repetir la misma operación con la segunda y tercera. Al terminar se enrasa, utilizando una espátula mediana. Se pesa la cápsula con el suelo húmedo.
- 4° Secar al aire en el laboratorio la galleta, hasta que su superficie cambie a un color muy claro. A continuación introduzca la muestra en una estufó a 105- 110°C, hasta obtener un peso constante (12 a 18 horas). Saque a continuación la cápsula con el suelo seco de la estufó y obtenga el peso de la capsula, más suelo seco.
- 5° Encontrar el volumen del recipiente de contracción en cm³; para esto es necesario en primer lugar, llenar la cápsula de contracción con mercurio metálico, hasta que se derrame ligeramente. A continuación se debe colocar la cápsula sobre un vidrio y presionarlo por encima, utilizando una lámina de vidrio gruesa, con el fin de que la superficie del mercurio se empareje y se remueva el exceso.
- 6° A continuación se debe echar el mercurio retenido en la cápsula de contracción, en un cilindro volumétrico graduado de vidrio y leer directamente el volumen de la capsula de contracción. Como alternativa es posible pesar la capsula de contracción más el mercurio, y luego registrar el peso de la capsula vacío y calcular el volumen, basado en un peso promedio unitario para el mercurio de 13.53 gr/cm³. (5.7)

$$V_i = V_{cap} = \frac{P_{mercurio}}{13.53} \quad (5.7)$$

- 7° Determinar el volumen de la pastilla o galleta de suelo seco V_f , de la siguiente forma: en primer lugar, llenar con mercurio el recipiente de vidrio que forma parte del equipo de contracción, el cual deberá colocarse de antemano sobre una superficie grande y plana, que

permita recoger el mercurio sobrante. A continuación se debe tomar la placa de vidrio y hacerla ejercer presión, de forma que el mercurio en exceso se derrame del recipiente. El exceso de mercurio debe ser recogido y retomado a su recipiente de almacenamiento. A continuación se debe registrar el peso del recipiente de vidrio lleno de mercurio.

- 8° Retomar el recipiente de vidrio lleno de mercurio a su posición original, y colocar sobre la superficie de mercurio la galleta de suelo seco. A continuación tomar la placa de vidrio provista con tres apoyos; colocarla sobre la galleta y sumergirla, permitiendo que el mercurio en exceso se derrame, siendo desplazado fuera del recipiente de vidrio. Cuando el recipiente de vidrio se encuentra exactamente lleno con el mercurio y la galleta de suelo, se debe retirar la placa de vidrio y la galleta de suelo y proceder a registrar el peso del recipiente de vidrio y el mercurio remanente. La diferencia entre este peso registrado y el peso anteriormente del recipiente de vidrio lleno con mercurio en el paso N°7, es el peso del mercurio (Δ_{peso}) desplazado por la galleta de suelo seco. El volumen V_f de la galleta de suelo (5.8), es entonces:

$$V_f = \frac{\Delta_{peso}}{13.53} \quad (5.8)$$

- 9° Con los pasos de 2 a 4, se obtiene el contenido de humedad.
- 10° El límite de contracción, se define como el contenido de humedad; por debajo del cual no se presentan cambios de volumen al disminuir la humedad. Como el ensayo comienza en una situación de saturación total y se supone que el suelo permanece saturado hasta el límite de contracción, se deriva de la siguiente forma.(5.9)

$$\Delta V = V_i - V_f \quad (5.9)$$

- 11° Se calcula la contracción lineal utilizando la siguiente ecuación: (5.10)

$$L_c = \frac{P_h - P_s - (V_i - V_f)}{P_s} * 100 \quad (5.10)$$

P_h : *Peso del Suelo Húmedo*

P_s : *Peso del Suelo Seco*

V_i : *Volumen del Suelo Húmedo*

V_f : *Volumen del Suelo Seco*

5.3. CONTENIDO DE HUMEDAD

5.3.1. NORMATIVIDAD:

- Se realizó el Ensayo de Contenido de Humedad, tomando como referencia las normas:
 - NTP 339.127
 - ASTM D2216-71

5.3.2. OBJETIVO:

- Es determinar el contenido de agua que contiene el suelo, con el fin de obtener una idea cualitativa de su consistencia o de su probable comportamiento.

5.3.3. INFORMACIÓN TEÓRICA:

- La humedad o contenido de agua de la muestra de suelo, es la relación del peso del agua contenida en la muestra y el peso de la muestra secada en la estufa, expresada en porcentaje.

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \quad (5.11)$$

W_w = *Peso del agua*

W_s = *Peso del Suelo seco.*

5.3.4. MATERIALES Y EQUIPOS:

- Recipiente metálico de tapa hermética
- Balanza eléctrica.
- Espátula.
- Estufa.
- Suelo húmedo.

5.3.5. PROCEDIMIENTO:

- 1° Se pesa el recipiente con la muestra humedad, con aproximación de 0.01 gr. s Se destapa el recipiente y se coloca en la estufa hasta secar la muestra de suelo.
- 2° Se saca de la estufa, se vuelve a poner la tapa hermética y se deja enfriar a temperatura ambiente. s Se pesa el recipiente con la muestra seca con aproximación de 0.01 gr.
- 3° Si el peso del recipiente no se tiene registrado, se limpia, seca y pesa con su tapa hasta la máxima aproximación.
- 4° Se calcula el contenido de humedad.

5.4. PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LOS SÓLIDOS

5.4.1. NORMATIVIDAD:

- Para la realización el ensayo de Peso Específico Relativo de Solidos, tomamos como referencia las siguientes normas:
 - NTP339.131
 - AASHTO T100-70
 - ASTM D854-58

5.4.2. OBJETIVO:

- Es determinar el peso específico relativo de sólidos del suelo.

5.4.3. INFORMACIÓN TEÓRICA:

- El peso específico relativo de la mayoría de las partículas minerales constituyentes de un suelo, varía entre límites estrechos (2.60 ~ 2.90 gr/cm³). (tabla 5.3)

Tabla 5.3 Pesos Relativo de Sólidos según el tipo de suelo.

Tipo de Suelo		Gravedad específica (G)
Inorgánico	Grava	2,65
	Arena gruesa a media	2,65
	Arena fina (limosa)	2,65
	Loess, polvo de piedra y limo arenoso	2,67
Inorgánico	Arena algo arenosa	2,65
	Limo arenoso	2,66
	Limo	2,67 – 2,70
	Arena arcillosa	2,67
	Limo arcillo arenoso	2,67
	Arcilla arenosa	2,70
	Arcilla limosa	2,75
	Arcilla	2,72 – 2,80
Orgánico	Limos con trazos de materia orgánica	2,30
	Lodos aluviales orgánicos	2,13 – 2,60
	Turba	1,50 – 2,15

Fuente Valores típicos de Gravedad Específica de varios suelos. Autor: Djoenaidi (1985) Apud Bardet, (1997)

- El peso específico relativo de los sólidos de un suelo, se determina en el laboratorio, encontrando la relación del peso en el aire de un volumen de suelo y el peso en el aire de un volumen igual de agua destilada, a temperatura constante. El valor del peso específico, es necesario para calcular la relación de vacíos de un suelo; se utiliza también en el análisis del hidrómetro y ocasionalmente para verificar la clasificación del suelo.

Sea:

W_{fw} : *Peso de la fiola lleno de agua*

W_{fsw} : *Peso de la fiola con suelo y agua*

W_s : *Peso del suelo*

Entonces, se tiene:

$$W_{fsw} - W_{fw} = W_s - \text{Peso del Agua desplazado por los solidos} \quad (5.12)$$

El peso del agua desplazada por los sólidos del suelo es:

$$W_w = V_{s\gamma_o} = \frac{W_s}{S_s} \quad (5.13)$$

Por lo tanto:

$$W_{fsw} - W_{fw} = W_s - \frac{W_s}{S_s} \quad (5.14)$$

De donde:

$$S_s = \frac{\alpha W_s}{W_{fs} + W_s + W_{fsw}} \quad (5.15)$$

$$\alpha = \frac{\gamma_r}{\gamma_{20^\circ C}}; \text{Corrección por Temperatura} \quad (5.16)$$

5.4.4. MATERIALES Y EQUIPOS:

- Picnómetro de 250ml de capacidad.
- Termómetro con aproximación 1° C.
- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Malla N° 4.
- Cocina eléctrica.
- Pipeta.
- Suelo seco y agua destilada.

5.4.5. PROCEDIMIENTO:

- 1° Pesar el picnómetro vacío; a continuación se llena con agua destilada para el volumen de 250ml.
- 2° Se mide la temperatura del agua contenida en el picnómetro, luego pesamos.
- 3° Se repite el paso anterior 4 veces, a distintas temperaturas de 10° C a 34° C. y' Se dibujan los resultados de los pesos obtenidos, en función de las respectivas temperaturas (calibración del picnómetro).
- 4° Se coloca la muestra que pasa la malta N° 4 y secada en la estufa (80 a 100gr) en el picnómetro.
- 5° Se añade agua destilada hasta los 2/3 del volumen del picnómetro y agitamos para desalojar el aire atrapado en la muestra; se hierve ligeramente en la cocina durante 30mín como mínimo, para completar el desalojo del aire.
- 6° Se quita el picnómetro de la cocina y se deja enfriar a temperatura ambiente, luego se llena de agua hasta la marca señalada.
- 7° Se pesa el picnómetro con agua y suelo, y se mide su temperatura.
- 8° El peso de picnómetro más agua, se obtiene de la curva de calibración.

5.5. DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE SAL.

5.5.1. NORMATIVIDAD:

- Se realizó el Ensayo de Contenido de Sales Solubles Totales, tomando como referencia las normas:
 - NTP 339.152

5.5.2. OBJETIVO:

- Es determinar el porcentaje de sal en las muestras del suelo extraídas de los diferentes estratos.

5.5.3. INFORMACIÓN TEÓRICA:

- Esta prueba de laboratorio, se realiza con la finalidad de determinar la cantidad de sales solubles que se encuentra en el suelo.

5.5.4. MATERIALES Y EQUIPOS:

- Suelo, aproximadamente 100gr
- Agua destilada.
- Probeta

5.5.5. PROCEDIMIENTO:

- 1° Pesamos 100gr de suelos que han pasado la malla N° 4. s Medimos 100ml de agua destilada en la probeta de vidrio y mezclamos con los 100gr de suelo, agitando durante 5min.
- 2° La mezcla de suelo y agua se filtra, y se recibe en un matraz de Erlenmeyer; de este estrato se toma 25ml y lo colocamos en un crisol.
- 3° Colocamos el crisol en la estufa, para que se evapore el agua y solamente quede la sal.
- 4° Medimos los pesos correspondientes de acuerdo al registro de datos.

5.6. CLASIFICACIÓN (SUCS)

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (Unified Soil Classification System) lo propuso originalmente A. Casagrande en 1942 y más tarde lo reviso y adopto el United States Bureau of Reclamation y el US Army Corps of Engineers. En la actualidad el sistema se utiliza prácticamente en todo el trabajo geotécnico.

En el sistema unificado se utilizan los símbolos siguientes para fines de identificación:

Tabla 5.3 Pesos Relativo de Solidos según el tipo de suelo.

SÍMBOLO	G	S	M	C	O	Pt	H	L	W	P
DESCRIPCIÓN	Grava	Arena	Limo	Arcilla	Limos orgánicos y arcillas	Turba y suelos altamente orgánicos	Alta plasticidad	Baja plasticidad	Bien graduado	Mal graduado

Fuente Libro: “Fundamentos de ingeniería DE CIMENTACIONES” Autor: Braja M. Das-Séptima Edición. Pág.19.

5.7. ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN

5.7.1. NORMATIVIDAD:

- Se realizó el Ensayo de Consolidación, tomando como referencia las normas:
 - NTP 339.154
 - AASTO T216-66
 - ASTM-2435-70

5.7.2. OBJETIVO:

- Es determinar el porcentaje de sal en las muestras del suelo extraídas de los diferentes estratos.

5.7.3. INFORMACIÓN TEÓRICA:

- Se le llama proceso de consolidación, a la disminución de volumen que tenga lugar un suelo en un lapso, provocado por un aumento de las cargas sobre él.
- Este ensayo se realiza con el objeto de poder calcular la relación de vacíos correspondientes a cada uno de los esfuerzos producidos, para en base a ellos calcular los asentamientos o expansiones que se van a producir en un determinado estrato.

5.7.4. MATERIALES Y EQUIPOS:

- Consolidómetro, incluyendo el anillo y piedras porosas.
- Micrómetro con aproximación de 0.001 cm.
- Papel filtro.
- Pesas.
- Cortadores de muestras.
- Cronómetro.
- Cápsulas.
- Estufa.
- Balanza eléctrica.

5.7.5. PROCEDIMIENTO:

- 1º Se moldea cuidadosamente una muestra inalterada dentro de un anillo de consolidación.
- 2º Pesar la muestra con el anillo y determinar la altura y diámetro de la muestra.

- 3° Colocar la muestra de suelo en el Consolidómetro, con una piedra porosa saturada colocada sobre cada cara, cuidando que el anillo ya no sufra ningún movimiento una vez colocado.
- 4° Colóquese un papel filtro de algodón hidrófilo húmedo entorno a la piedra porosa superior, cubriendo la parte superior del espacio, entre el anillo y la cazuela. Es esencial que el algodón permanezca húmedo durante la prueba, para ello se rosea agua de tiempo en tiempo. El algodón puede retirarse después del segundo incremento de carga, y en tal caso, toda la cazuela se llena de agua; durante el resto de la prueba debe cuidarse que el nivel del agua no baje del borde superior del anillo.
- 5° Colocar los micrómetros, atornillando cada uno de ellos a las extensiones y estas a su vez a la placa de carga. Los micrómetros al comenzar la prueba marcarán 3.000.
- 6° En el momento conveniente, aplicar el primer incremento de carga que corresponde a un esfuerzo de 0.25 Kg/cm². Simultáneamente tomar lecturas de deformación a tiempos transcurridos de: 6", 15", 30", 1' 2', 4', 8', 15', 30', 1h, 2h, 4h, 8h, 16h, 24h, etc., hasta que haya muy poco cambio en la lectura de los micrómetros. Los sucesivos incrementos serán de tal manera que los esfuerzos se vayan duplicando: 0.25, 0.50, 1.00, 2.00, 4.00 y 8.00 Kg/cm².
- 7° Dibújese la curva de consolidación (trazo semilogaritmico).
- 8° Una vez aplicado todos los incrementos de carga necesarias, quítese las cargas en decrementos, generalmente se quitan las V^* partes de la presión total en el primer decremento y después en cada uno de los restantes, se retirará la mitad de la carga que reste.
- 9° Hágase lecturas en diferentes tiempos para cada carga actuante en el ciclo de descarga, dibujando las curvas de expansión. El criterio de selección de tiempo, es el mismo que se ha tomado en el ciclo de consolidación.

- 10° Después de retirar todas las cargas, dejar que la muestra se expanda durante 48 horas.
- 11° Al terminar la prueba quítese el micrómetro y desarme el Consolidómetro; séquese el agua del anillo de consolidación y la muestra, y pésese el conjunto.
- 12° Séquese la muestra en la estufa y obténgase su peso seco.

5.8. ENSAYO DE CORTE DIRECTO

5.8.1. NORMATIVIDAD:

- Se realizó el Ensayo de Corte Directo, tomando como referencia las normas:
 - NTP 339.171.
 - ASTM D3080-72

5.8.2. OBJETIVO:

- Es determinar el ángulo de fricción y la cohesión en las muestras del suelo extraídas

5.8.3. INFORMACIÓN TEÓRICA:

- Esta prueba, nos permitirá calcular la resistencia al esfuerzo cortante de un determinado suelo. Esta prueba de resistencia se puede realizar de dos maneras: El método del esfuerzo controlado y el de deformación controlada. En el primero, la prueba se lleva aplicando valores fijos de fuerza tangencial al aparato, de modo que el esfuerzo aplicado tiene en todo momento un valor prefijado; en el segundo tipo, el aparato actúa con una velocidad de deformación constante y la fuerza actuante sobre la pastilla de suelo se lee en el extensómetro, para la velocidad prefijada de deformación. Para el presente estudio se realizó el método de deformación controlada. Los resultados conservadores se obtienen en arenas compactas y arcillas; las pruebas hechas con arenas sueltas son confiables.

5.8.4. MATERIALES Y EQUIPOS:

- Máquina de corte directo.
- Anillo de corte.
- Extensómetro.
- Cortador de muestra.



5.8.5. PROCEDIMIENTO:

- 1° Pesar los anillos de corte y determinar su volumen interior. s Moldear cuidadosamente cuatro muestras inalteradas al mismo tamaño.
- 2° Pesar en conjunto muestra y anillo.
- 3° Colocar los anillos en unos bloqueadores y sumergirlos en una bandeja de agua destilada, durante un tiempo no menor de 24h. s Pesar los anillos preparados para la prueba, colocando papel filtro en sus dos caras.
- 4° Ajustar el tomillo de fijación de la placa móvil, colocar cuidadosamente uno de los anillos dentro de la caja corte, y sobre ella la piedra porosa.
- 5° Colóquese el extensómetro, aplicando la carga normal deseada, v' Colocar los extensómetros para medir la deformación normal y tangencial, anotando sus lecturas iniciales en O y 10 respectivamente.
- 6° Verificar que no haya contacto entre los marcos fijos y el marco móvil que contiene el suelo.
- 7° Comenzar el proceso de aplicación de la carga tangencial, haciendo lectura de la carga aplicada y de la deformación normal y tangencial, a diversos tiempos.
- 8° Tomar lectura cada 15 segundos, durante los dos primeros minutos y después de cada medio milímetro de deformación.
- 9° La velocidad de deformación tangencial, se aplicará en el orden de un milímetro por minuto.

CAPITULO VI

6. ESTUDIO EN GABINETE

6.1. DEL LAS CALICATAS REALIZADAS EN CAMPO

A continuación se muestra el cuadro resumen de las calicatas realizadas en campo, su respectivo número de estratos, profundidad y ubicación:

6.1.1. ZONA 01: SECTORES DE MIRAFLORES, SAN ISIDRO SAN BORJA

Tabla 6.1 Resumen del muestreo por calicata. Zona 1

CALICATA	MUESTRA	EJE	COTA	PROFUNDIDAD	ESPEJOR ESTRATO	UBICACIÓN-REFERENCIA
C-1	M-1	C-3	44.73	0.5	0.7	Intersección Carretera Pomalca-Tumán y la Av. 03. Sector San Isidro
	M-2			1.2	1.5	
	M-3			2.7	-	
C-2	M-1	B-3	44.82	0.9	0.75	Intersección Av. Los Sauces y Av.03. Sector San Borja
	M-2			1.65	-	
C-3	M-1	D-F	44.22	0.6	0.45	Calle La Alameda, entre la Calle 1 y la Av. Los Sauces. Sector Miraflores
	M-2			1.05	0.45	
	M-3			1.5	0.45	
	M-4			1.95	-	
C-4	M-1	A-E	44.11	1.65	0.55	Calle Alameda, entre Pje. 04 y Calle Los Rosales. Sector Miraflores
	M-2			2.2	0.8	
C-5	M-1	E-F	44.55	0.4	0.6	Intersección Calle Los Robles y Av. 02. Sector San Isidro.
	M-2			1	0.8	
	M-3			1.8	0.5	
	M-4			2.3	-	
C-6	M-1	B-2	43.85	0.45	1.4	Calle 07; entre Calle 01 y Calle los Claveles. Sector Miraflores
	M-2			1.85	0.55	
	M-3			2.4	-	
C-7	M-1	A-2	43.76	0.3	0.5	Calle Los Rosales; entre Calle 01y Calle Los Claveles. Sector Miraflores
	M-2			0.8	-	
C-8	M-1	A-1	43.91	1.25	1.15	Av. Los Ceibos y Calle 7. Sector Miraflores
	M-2			2.4	-	
C-9	M-1	C-1	43.57	0.7	1	Intersección Av. Los Ceibos y Carretera Pomalca Tumán. Sector Miraflores
	M-2			1.7	-	
C-10	M-1	C-1	43.85	0.4	0.8	Carretera Pomalca Tumán, entre Pasaje 05 y Calle 03. Sector Miraflores
	M-2			1.2	0.5	
	M-3			1.7	-	

6.1.2. ZONA 02: SECTOR CP. TORRES BELÓN

Tabla 6.2 Resumen del muestreo por calicata. Zona 2

CALICATA	MUESTRA	EJE	COTA	PROFUNDIDAD	ESPESOR ESTRATO	UBICACIÓN-REFERENCIA
C-11	M-1	E-2	42.63	0.5	1.15	Intersección Prolg. Jr. Juan Manuel Ituregui y Avenida 02. CP. Torres Belón.
	M-2			1.65	0.55	
	M-3			2.2	0.25	
	M-4			2.45	-	
C-12	M-1	J-I	42.07	0.55	0.55	Av. 02; entre Jr. Hipólito Unanue y Calle 03. CP. Torres Belón
	M-2			1.1	-	
C-13	M-1	L-5	42.85	0.6	1.1	Intersección Prolg. Jr. Juan Manuel Ituregui y Avenida 03. CP. Torres Belón
	M-2			1.7	-	
C-14	M-1	K-L		1.25	1.15	Intersección Av. 03 y Calle 03. CP. Torres Belón
	M-2			2.4	-	
C-15	M-1	J-6	40.75	1.5	0.8	Intersección Av. 03 y Jr. Diego Ferre. CP. Torres Belón
	M-2			2.3	-	
C-16	M-1	G-I	40.97	0.5	1.15	Jr. Pedro Ruiz; entre Calle 01 y Calle 02. CP. Torres Belón
	M-2			1.65	0.25	
	M-3			1.9	-	
C-17	M-1	H-K	40.86	1.1	-	Av. 02 entre; Jr. Diego Ferre y Jr. Pedro Ruiz. CP. Torres Belón
C-18	M-1	H-4	40.55	0.9	0.7	Intersección Av. 02 y Calle 25. CP. Torres Belón
	M-2			1.6	0.2	
	M-3			1.8	0.4	
	M-4			2.2	-	
C-19	M-1	I-4	40.48	0.5	-	Calle 25; entre Av. 03 y Calle 02. CP. Torres Belón

6.2. DEL LOS ENSAYOS REALIZADOS EN LABORATORIO

6.2.1. CONTENIDO DE HUMEDAD

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos de la realización del Ensayo de Contenido de Humedad.

6.2.1.1. SECTORES DE MIRAFLORES, SAN ISIDRO SAN BORJA

Tabla 6.3 Resumen del Contenido de Humedad. Zona 1

CALICATA	MUESTRA	% HUMEDAD
C-1	M-1	19.04
	M-2	25.97
	M-3	30.09
C-2	M-1	16.57
	M-2	23.78
C-3	M-1	17.73
	M-2	24.95
	M-3	20.73
	M-4	22.55
C-4	M-1	24.41
	M-2	27.85
C-5	M-1	16.78
	M-2	25.4
	M-3	24.79
	M-4	30.06
C-6	M-1	18.97
	M-2	20.21
	M-3	32.18
C-7	M-1	15.86
	M-2	19.71
C-8	M-1	26.12
	M-2	22.59
C-9	M-1	17.8
	M-2	24.45
C-10	M-1	22.73
	M-2	26.22
	M-3	28.16

6.2.1.2. SECTOR TORRES BELÓN:

Tabla 6.4 Resumen del Contenido de Humedad. Zona 2

CALICATA	MUESTRA	% HUMEDAD
C-11	M-1	17.93
	M-2	27.1
	M-3	26.85
	M-4	31.74
C-12	M-1	23.42
	M-2	27
C-13	M-1	22.18
	M-2	33.07
C-14	M-1	27.62
	M-2	30.74
C-15	M-1	28.25
	M-2	30.77
C-16	M-1	22.55
	M-2	22.12
	M-3	27.21
C-17	M-1	24.66
C-18	M-1	21.98
	M-2	27.31
	M-3	26.91
	M-4	33.7
C-19	M-1	31.81

6.2.2. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos de la realización del Ensayo de Granulometría.

6.2.2.1. SECTORES DE MIRAFLORES, SAN ISIDRO SAN BORJA

Tabla 6.5 Resumen de Granulometría. Zona 1

CALICATA	MUESTRA	GRANULOMETRÍA (% QUE PASA)												
		2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº20	Nº40	Nº50	Nº100	Nº200
C-1	M-1							100	99.52	98.92	98.51	97.82	96.05	93.24
	M-2						100	99.79	98.55	97.32	96.03	94.54	89.97	80.46
	M-3						100	98.91	96.28	95.15	94.67	94.34	92.41	84.65
C-2	M-1					100	99.13	98.98	98.46	98.08	97.66	96.44	92.72	85.03
	M-2				100	98.26	97.72	95.53	94.17	93.6	93.4	93.07	91.51	89.23
C-3	M-1							100	99.48	97.49	93.54	89.65	84.86	79.54
	M-2							100	99.62	98.77	97.37	95.68	93.99	92.57
	M-3								100	99.95	99.52	86.65	50.5	24.96
	M-4						100	98.62	96.87	94.42	92.32	91.11	90.21	89.24
C-4	M-1					100	98.73	98.73	97.73	96.65	96.25	95.68	91.78	71.18
	M-2						100	99.97	98.6	97.24	96.6	96.16	95.23	91.11
C-5	M-1						100	99.79	97.98	95.84	93.36	92.08	88.95	84.19
	M-2						100	99.95	99.3	98.35	98.02	97.2	82.95	43.69
	M-3						100	98.42	96	94.89	94.47	94.17	93.64	92.95
	M-4						100	98.14	96.41	95.59	95.26	95.07	94.42	84.74
C-6	M-1						100	98.22	96.52	95.78	95.54	94.85	89.31	80.26
	M-2						100	98.9	96.79	95.19	92.48	85.42	73.43	62.19
	M-3					100	99.55	99.35	98.13	97.49	97	96.29	94.94	93.33
C-7	M-1						100	99.84	99.27	97.25	94.38	92.04	97.36	79.51
	M-2						100	99.52	98.39	97.6	97.13	96.36	93.29	84.83
C-8	M-1						100	99.48	98.91	98.44	97.93	96.79	94.1	90.99
	M-2						100	99.26	98.79	98.26	97.9	97.05	89.65	72.53
C-9	M-1						100	99.32	99.08	98.61	97.53	92.34	82.5	74.07
	M-2						100	99.79	99.07	97.93	96.23	85.19	66.06	42.44
C-10	M-1						100	99.78	97	96.27	96.02	95.75	94.53	85.27
	M-2						100	99.76	98.9	98.36	98.09	92.68	66.68	38.44
	M-3				100	98.39	98.39	95.74	93.79	92.71	92.03	91.43	90.39	87.01

6.2.2.2. SECTOR TORRES BELÓN

Tabla 6.6 Resumen de Granulometría. Zona 2

CALICATA	MUESTRA	GRANULOMETRÍA (% QUE PASA)												
		2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°10	N°20	N°40	N°50	N°100	N°200
C-11	M-1						100	99.82	99.14	98.06	96.49	89.05	73.44	63.95
	M-2						100	99.88	99.14	98.07	97.37	96.78	95.07	71.77
	M-3						100	98.77	95.58	93.2	90.86	89.25	87.32	81.68
	M-4					100	98.35	96.29	93.86	92.57	92.13	91.91	90.71	81.59
C-12	M-1						100	96.98	93.21	91.74	91.2	90.88	89.94	83.28
	M-2						100	98.48	95.37	93.89	93.33	92.99	92.03	70.45
C-13	M-1							100	99.55	98.42	96.29	89.4	78.23	68.8
	M-2							100	99.37	99.12	98.91	98.78	93.41	56.98
C-14	M-1						100	98.63	96.95	96.08	95.61	94.53	92.14	87.45
	M-2						100	99.11	97.46	96.36	95.63	93.86	92.16	87.8
C-15	M-1						100	99.78	98.77	97.68	94.73	89.25	81.64	75.26
	M-2							100	98.18	95.91	90.46	78.46	65.42	50.1
C-16	M-1							100	99.07	97.77	97.21	96.83	94.54	84.86
	M-2							100	99.6	99.01	98.58	97.05	81.59	51.41
	M-3					100	99.59	97.98	96.85	96.23	95.84	95.45	94.76	94.18
C-17	M-1						100	99.61	98.27	95.95	96.32	95.32	92.73	84.28
C-18	M-1						100	97.96	95.85	94.5	93.91	93.51	90.82	78.72
	M-2						100	99.71	99.43	98.93	96	67.86	42.45	35.88
	M-3							100	99.62	98.78	98.46	98.33	97.81	85.53
	M-4							100	99.9	98.88	97.51	96.3	95.56	95.15
C-19	M-1						100	99.01	97.89	97.47	97.25	97.13	97.01	96.74

6.2.3. LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LIQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

- En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos de la realización de los Ensayos de Limite Liquido y Limite Plástico.

6.2.3.1. SECTORES DE MIRAFLORES, SAN ISIDRO SAN BORJA

Tabla 6.7 Resumen de Limites de Atterberg. Zona 1

CALICATA	MUESTRA	LÍMITES		
		LL (%)	LP	IP
C-1	M-1	37.47	23.08	14.38
	M-2	34	19.11	14.9
	M-3	32.35	21.3	11.05
C-2	M-1	35.57	20.41	15.16
	M-2	55.47	27.26	28.21
C-3	M-1	40.25	21.21	19.03
	M-2	41.51	23.69	17.82
	M-3	27.47	22.79	4.68
	M-4	33.14	23.68	9.46
C-4	M-1	30.59	18.65	11.64
	M-2	43.62	25.45	18.17
C-5	M-1	42.53	21.2	21.32
	M-2	28.82	23.33	5.49
	M-3	42.65	30.13	12.52
	M-4	35.59	22.96	12.63
C-6	M-1	47.2	19.97	27.24
	M-2	35.24	19.68	15.57
	M-3	45.66	26.02	19.64
C-7	M-1	43.42	21.61	21.81
	M-2	31.9	20.69	11.21
C-8	M-1	45.68	25.59	20.09
	M-2	30.79	19.66	11.13
C-9	M-1	38.8	22.39	16.4
	M-2	26.91	19.61	7.31
C-10	M-1	39.12	22.23	16.9
	M-2	27.35	23.55	3.81
	M-3	35.28	22.00	13.28

6.2.3.2. SECTOR TORRES BELÓN

Tabla 6.8 Resumen de Limites de Atterberg. Zona 2

CALICATA	MUESTRA	LÍMITES		
		LL (%)	LP	IP
C-11	M-1	27.9	18.89	9.01
	M-2	30.24	21.34	8.9
	M-3	37.33	22.32	15.02
	M-4	33.91	24.58	9.32
C-12	M-1	45.28	23.41	21.87
	M-2	30.08	25.34	4.74
C-13	M-1	34.06	18.27	15.79
	M-2	29.38	23.08	6.29
C-14	M-1	41.01	25.18	15.84
	M-2	39.66	26.43	13.23
C-15	M-1	35.48	21.79	13.69
	M-2	36.31	24.29	11.92
C-16	M-1	36.01	24.88	11.13
	M-2	27.06	22.37	4.69
	M-3	43.8	23.91	19.89
C-17	M-1	56.14	25.45	30.69
C-18	M-1	45.59	23.43	22.17
	M-2	34.12	19.66	14.46
	M-3	22.84	16.5	6.34
	M-4	53.22	24.58	28.64
C-19	M-1	49.32	26.44	22.89

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

Tabla 6.9 Resumen de Limites de Contracción.

CALICATA	MUESTRA	% CONTRACCIÓN
C-2	M-1	-
	M-2	25.81
C-17	M-1	37.69
C-18	M-1	-
	M-2	-
	M-3	-
	M-4	35.52

6.2.4. PESO ESPECIFICO RELATIVO DE SOLIDOS

6.2.4.1. SECTORES DE MIRAFLORES, SAN ISIDRO SAN BORJA.

Tabla 6.10 Resumen de Peso Específico Relativo de Solidos.Zona1

CALICATA	MUESTRA	P.E (gr/cm3)
C-1	M-1	2.516
	M-2	2.692
	M-3	2.566
C-2	M-1	2.644
	M-2	2.703
C-3	M-1	2.505
	M-2	2.547
	M-3	2.63
	M-4	2.599
C-4	M-1	2.681
	M-2	2.552
C-5	M-1	2.665
	M-2	2.555
	M-3	2.641
	M-4	2.582
C-6	M-1	2.662
	M-2	2.583
	M-3	2.68
C-7	M-1	2.53
	M-2	2.675
C-8	M-1	2.702
	M-2	2.682
C-9	M-1	2.545
	M-2	2.619
C-10	M-1	2.698
	M-2	2.642
	M-3	2.572

6.2.4.2. SECTOR TORRES BELÓN

Tabla 6.11 Resumen de Peso Específico Relativo de Solidos.Zona2

CALICATA	MUESTRA	P.E (gr/cm3)
C-11	M-1	2.593
	M-2	2.71
	M-3	2.566
	M-4	2.682
C-12	M-1	2.54
	M-2	2.617
C-13	M-1	2.58
	M-2	2.621
C-14	M-1	2.641
	M-2	2.504
C-15	M-1	2.547
	M-2	2.458
C-16	M-1	2.544
	M-2	2.641
	M-3	2.608
C-17	M-1	2.544
C-18	M-1	2.623
	M-2	2.671
	M-3	2.524
	M-4	2.593
C-19	M-1	2.613

6.2.5. PORCENTAJE DE SALES

6.2.5.1. SECTORES DE MIRAFLORES, SAN ISIDRO SAN BORJA

Tabla 6.12 Resumen de Porcentaje de Sales.Zona1

CALICATA	MUESTRA	EXPOSICIÓN A SULFATOS % en Peso	ppm (1%~10000ppm)
C-1	M-1	2.42	24200
	M-2	0.67	6700
	M-3	0.14	1400
C-2	M-1	0.52	5200
	M-2	0.257	2570
C-3	M-1	0.664	6640
	M-2	0.063	630
	M-3	0.067	670
	M-4	0.059	590
C-4	M-1	0.076	760
	M-2	0.095	950
C-5	M-1	1.186	11860
	M-2	0.169	1690
	M-3	3.041	30410
	M-4	0.536	5360
C-6	M-1	1.437	14370
	M-2	2.747	27470
	M-3	5.759	57590
C-7	M-1	0.153	1530
	M-2	0.115	1150
C-8	M-1	1.553	15530
	M-2	0.55	5500
C-9	M-1	0.15	1500
	M-2	0.46	4600
C-10	M-1	0.23	2300
	M-2	1.63	16300
	M-3	0	0

A continuación presentamos una tabla en porcentaje con los grados de salinidad para cada estrato.

Tabla 6.13 Resumen por Grados de Salinidad.Zona1

EXPOSICIÓN A SULFATOS % en Peso	N° MUESTRAS	PORCENTAJES DE GRADOS DE SALINIDAD
Despreciable	6	22.22%
Moderado	5	18.52%
Severo	12	44.44%
Muy severo	4	14.81%
TOTAL	27	100.00%

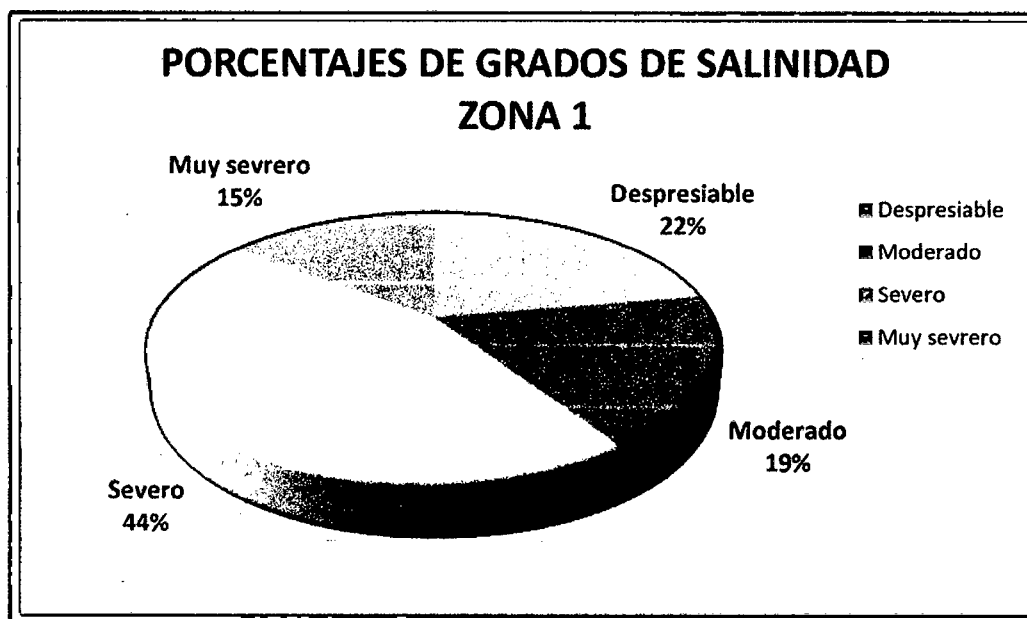


Figura 6.1 Porcentajes de Grado de Salinidad. Zona 01

6.2.5.2. SECTOR TORRES BELÓN

Tabla 6.14 Resumen de Porcentaje de Sales.Zona2

CALICATA	MUESTRA	P.E (gr/cm3)	ppm (1% ~ 10000ppm)
C-11	M-1	0.144	1440
	M-2	0	0
	M-3	0.202	2020
	M-4	0.09	900
C-12	M-1	0	0
	M-2	0.564	5640
C-13	M-1	0	0
	M-2	0.037	370
C-14	M-1	0.75	7500
	M-2	1.009	10090
C-15	M-1	0.674	6740
	M-2	0.923	9230
C-16	M-1	0.054	540
	M-2	0.219	2190
	M-3	0.132	1320
C-17	M-1	1.24	12400
C-18	M-1	1.89	18900
	M-2	1.3	13000
	M-3	0.19	1900
	M-4	0	0
C-19	M-1	0.69	6900

A continuación presentamos una tabla en porcentaje con los grados de sanidad para cada estrato.

Tabla 6.15 Resumen por Grados de Salinidad.Zona2

EXPOSICION A SULFATOS % en Peso	Nº MUESTRAS	PORCENTAJES DE GRADOS DE SALINIDAD
Despreciable	7	33.33%
Moderado	3	14.29%
Severo	11	52.38%
Muy severo	0	0.00%
TOTAL	21	100.00%

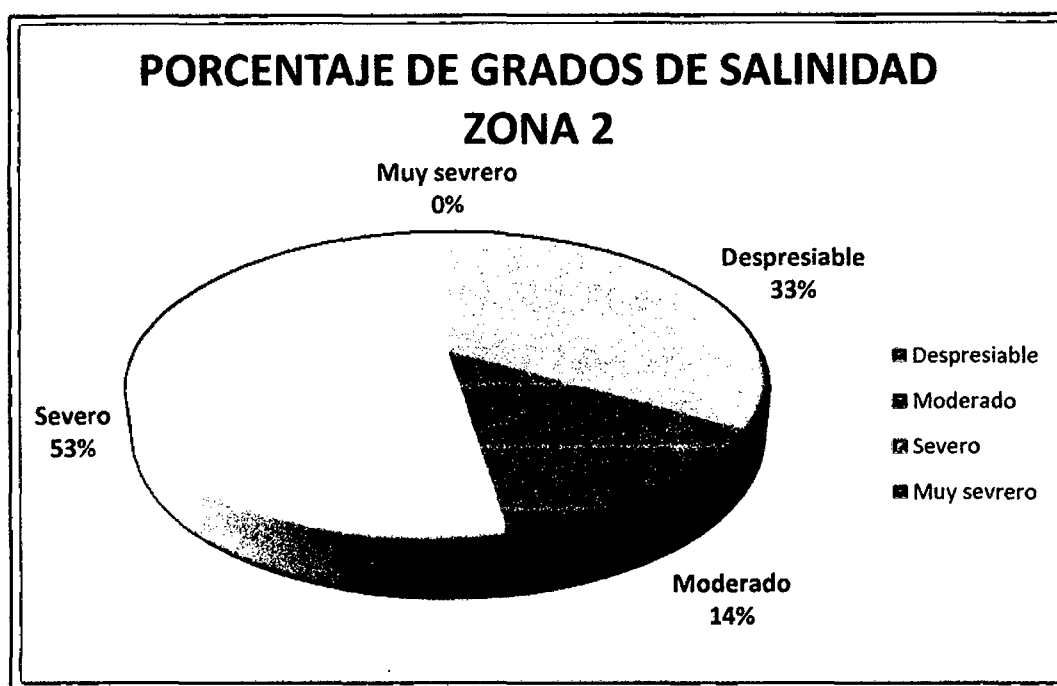


Figura 6.2 Porcentajes de Grado de Salinidad. Zona 02

6.2.6. CORTE DIRECTO

Tabla 6.15 Resumen Ensayo de Corte.

CALICATA	PROFUNDIDAD	CORTE DIRECTO		SUCS	DENSIDAD MEDIA γ_{sat} (ton/m3)
		COHESIÓN (Kg/cm2)	ÁNGULO (°)		
C-1	1.5	0.59 kg/cm ²	7.90 °	CL	1.899
C-3	1.5	0.38 kg/cm ²	13.75 °	CL	1.911
C-7	1.5	0.51 kg/cm ²	9.94 °	CL	1.930
C-13	1.5	0.40 kg/cm ²	10.27 °	CL	1.890
C-16	1.5	0.43 kg/cm ²	12.52 °	ML	2.047
C-17	1.5	0.42 kg/cm ²	13.02 °	CH	1.900

- **CALICATA 01**

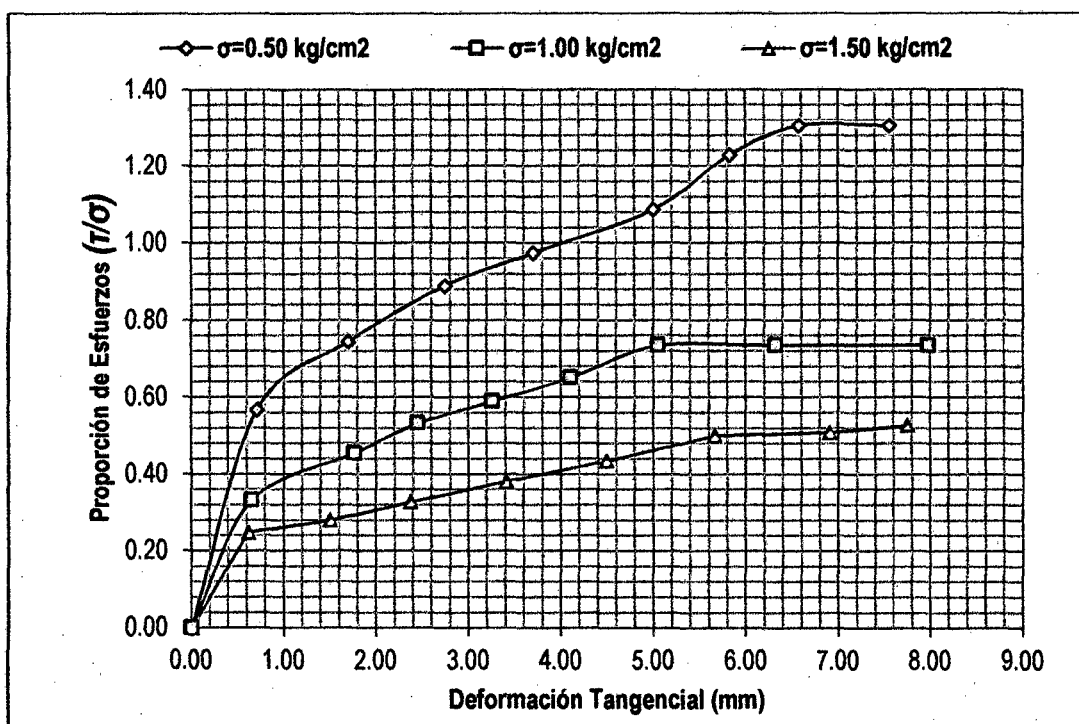


Figura 6.3 Gráfica corte directo, Esfuerzo vs. Deformación. C-1

- **CALICATA 03**

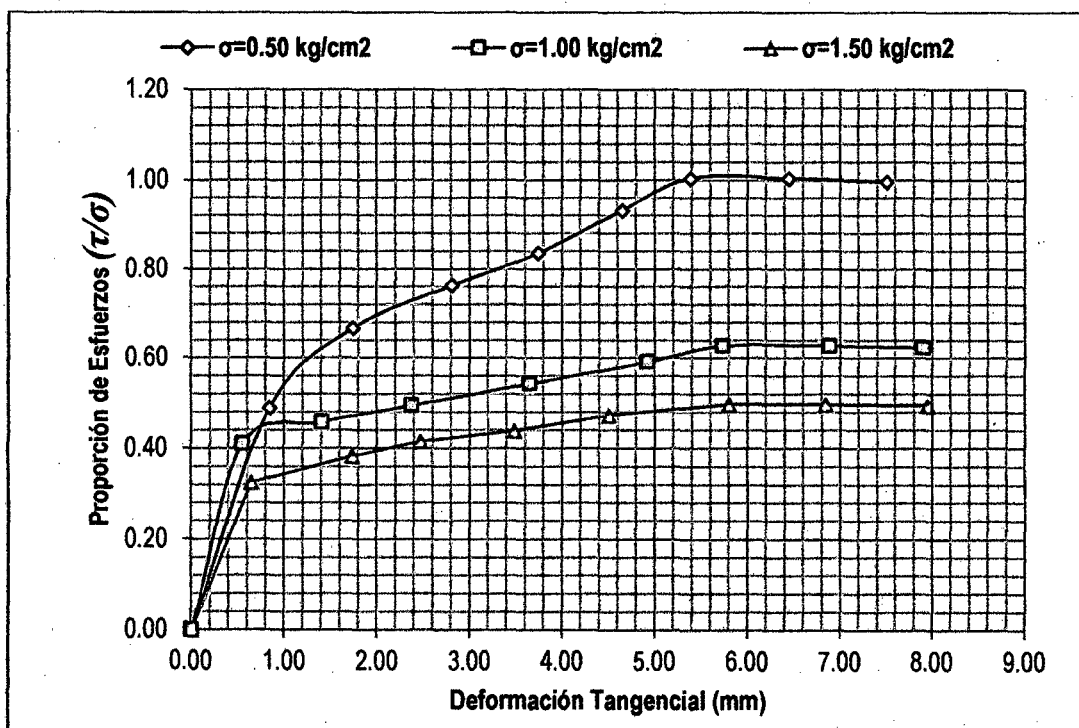


Figura 6.4 Gráfica corte directo, Esfuerzo vs. Deformación. C-3

- **CALICATA 07**

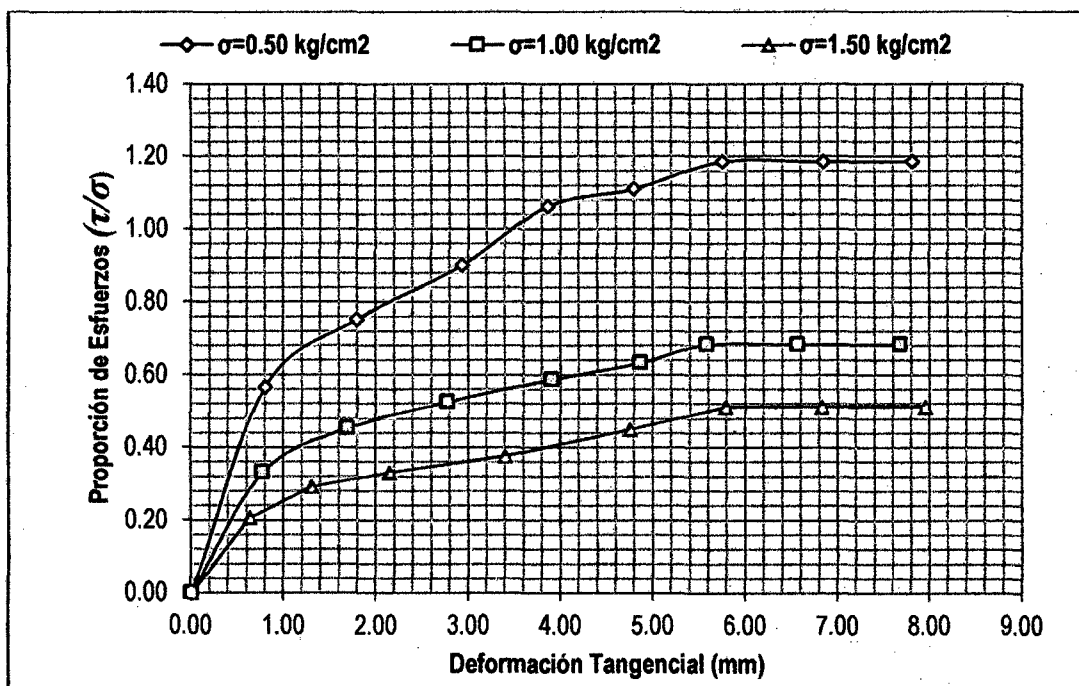


Figura 6.5 Gráfica corte directo, Esfuerzo vs. Deformación. C-7

- **CALICATA 13**

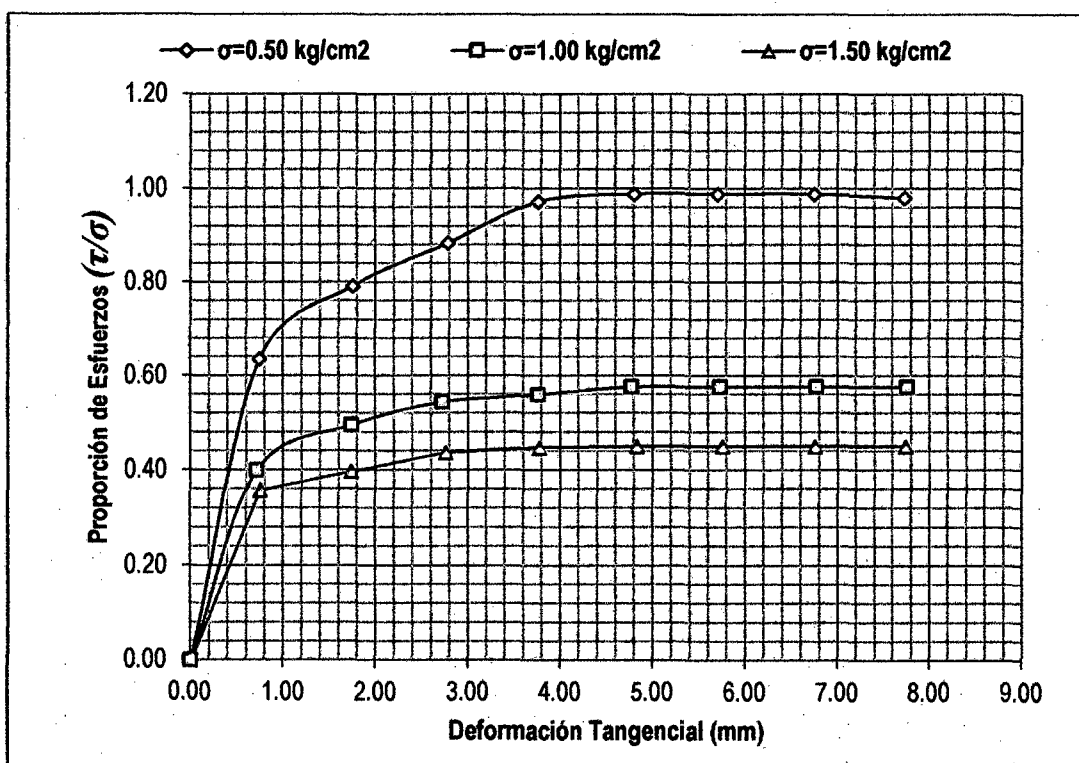


Figura 6.6 Gráfica corte directo, Esfuerzo vs. Deformación. C-13

- Calicata 16

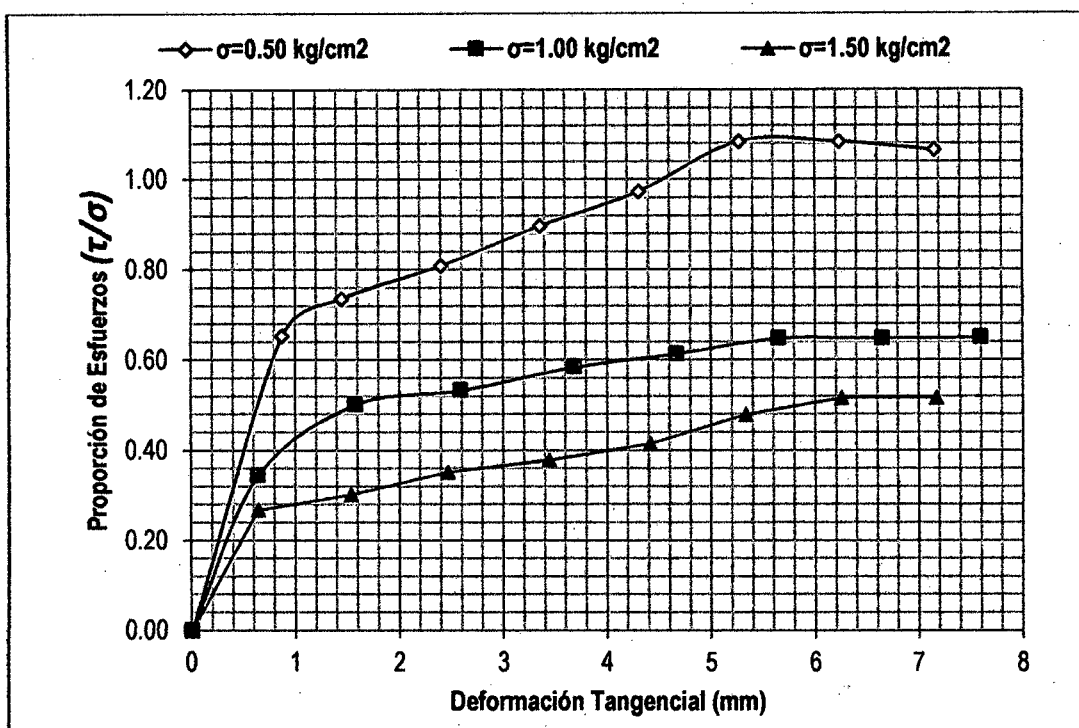


Figura 6.7 Gráfica corte directo, Esfuerzo vs. Deformación. C16

- Calicata 17

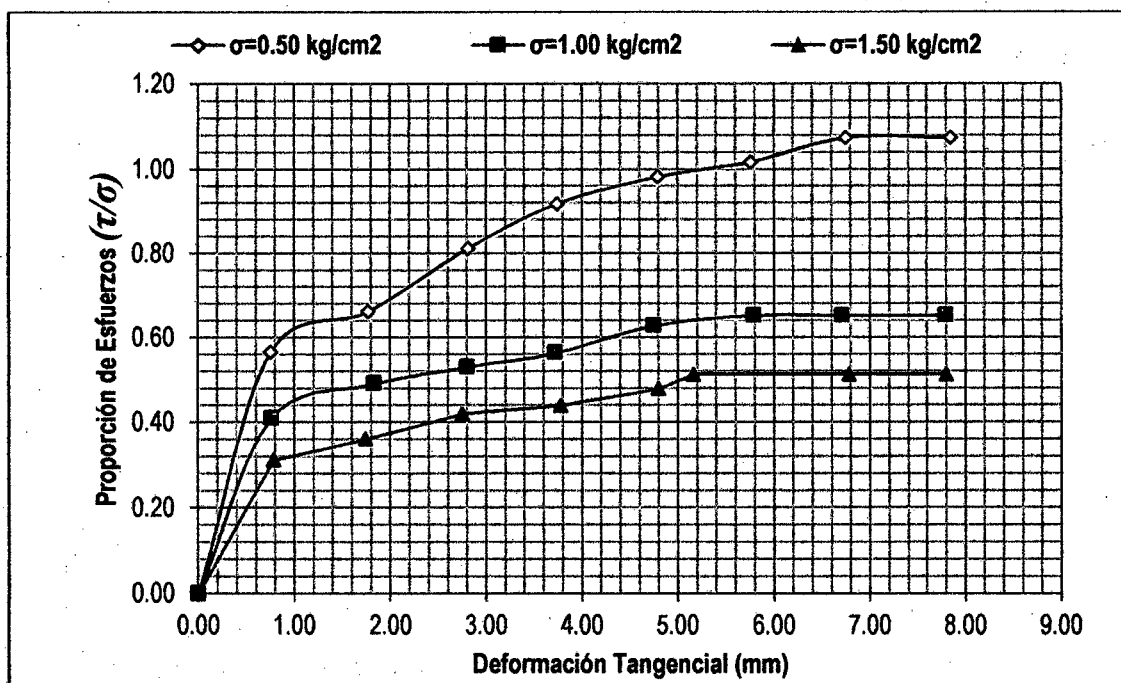


Figura 6.8 Gráfica corte directo, Esfuerzo vs. Deformación. C-17

6.2.7. ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN

6.2.7.1. SECTORES DE MIRAFLORES, SAN ISIDRO SAN BORJA.

- CALICATA 01

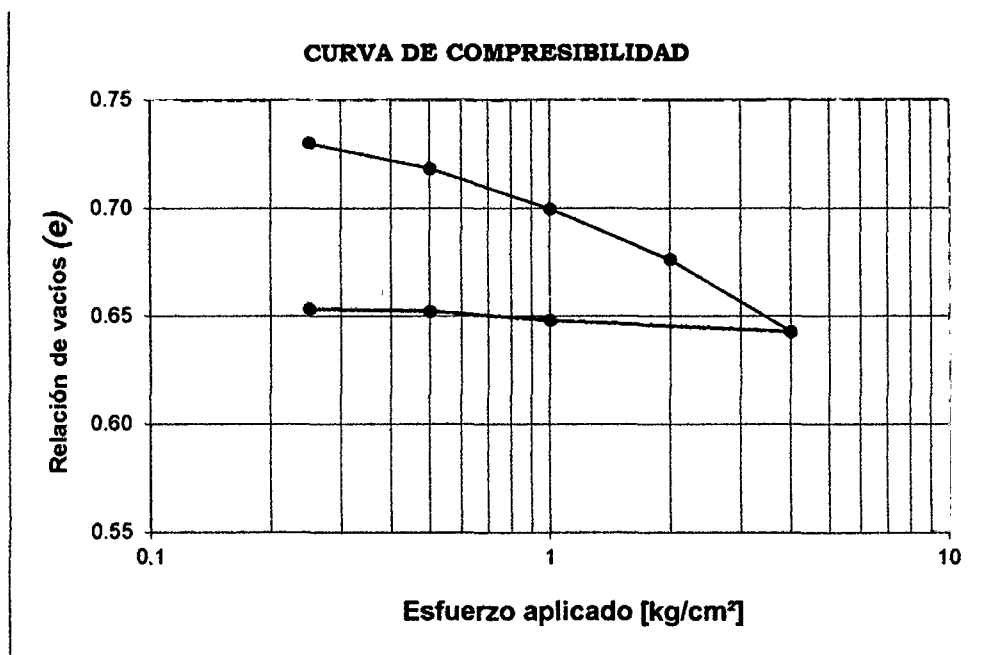


Figura 6.9 Curva de compresibilidad. C-1

- CALICATA 03

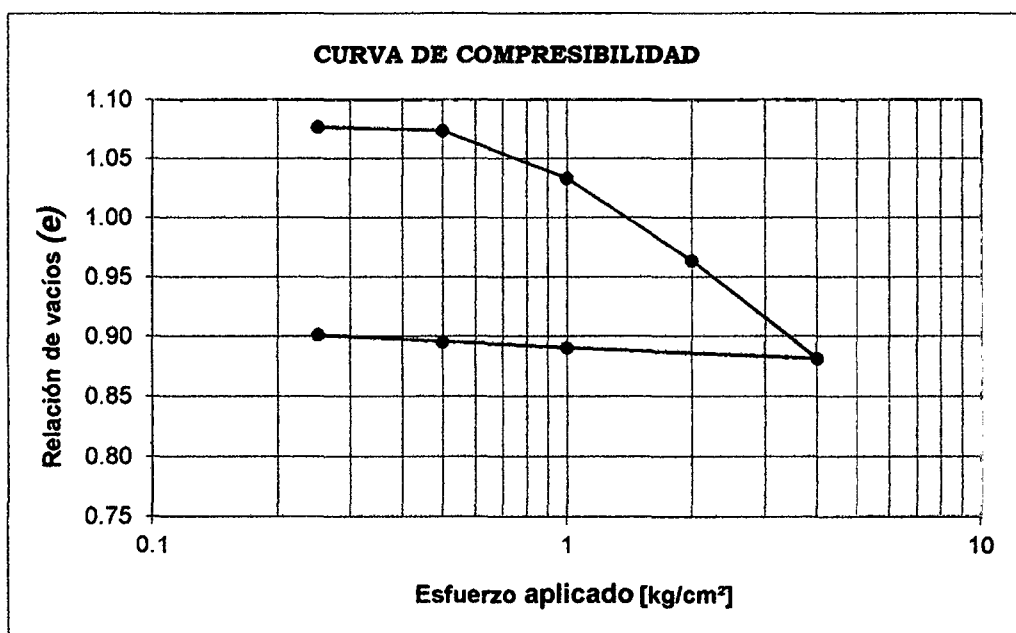


Figura 6.10 Curva de compresibilidad. C-3

- **CALICATA 07**

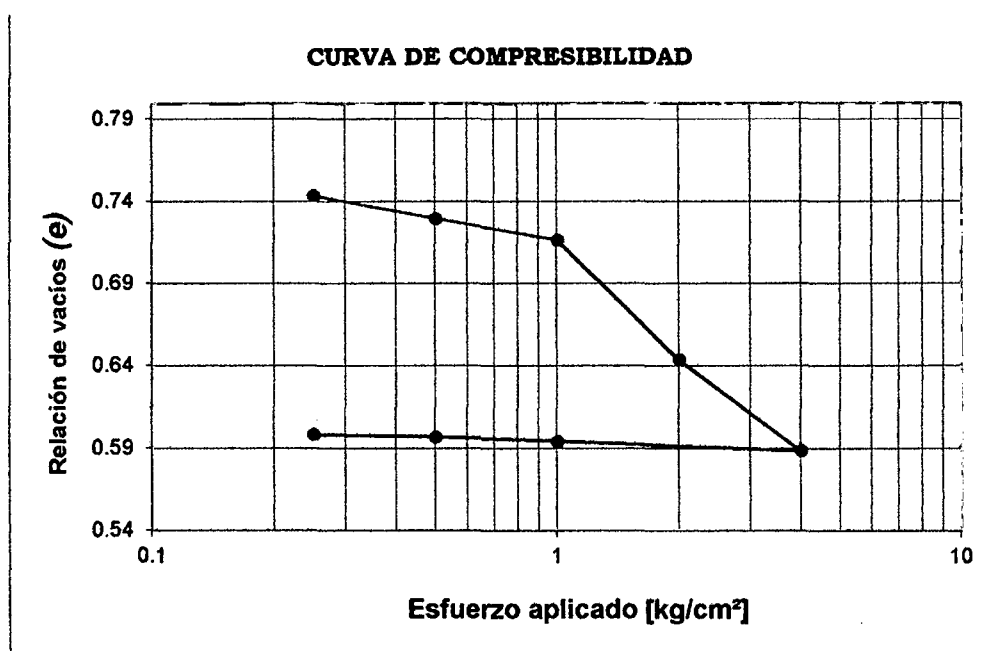


Figura 6.11 Curva de compresibilidad. C-7

6.2.7.2. SECTOR TORRES BELÓN

- **CALICATA 13**

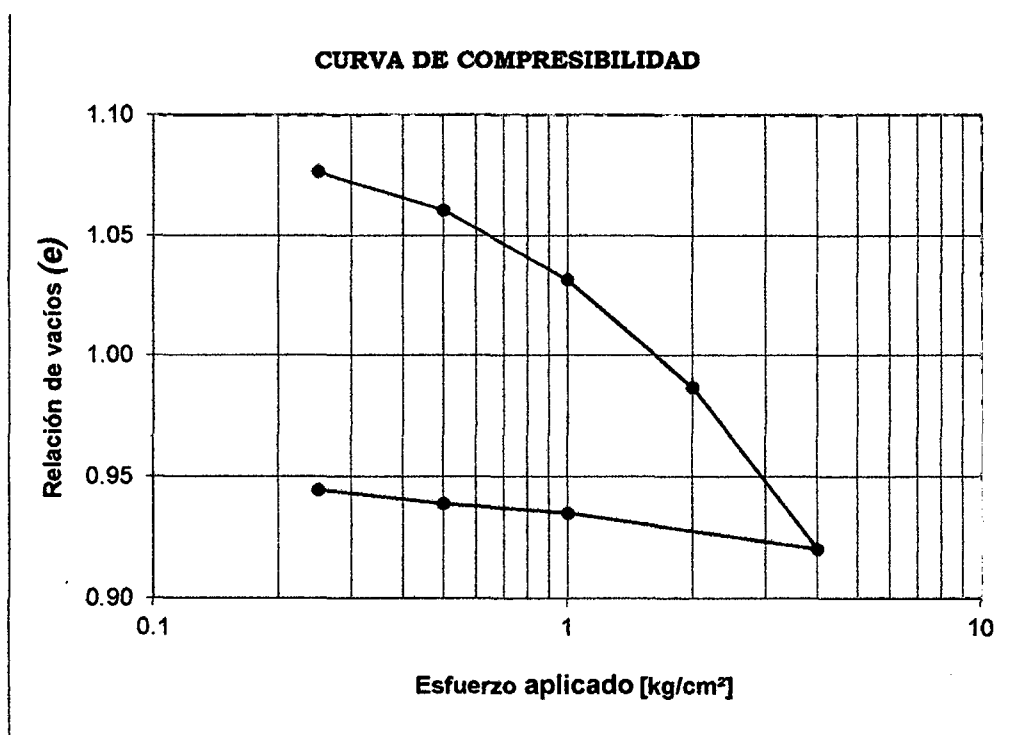


Figura 6.12 Curva de compresibilidad. C-13

- **CALICATA 16**

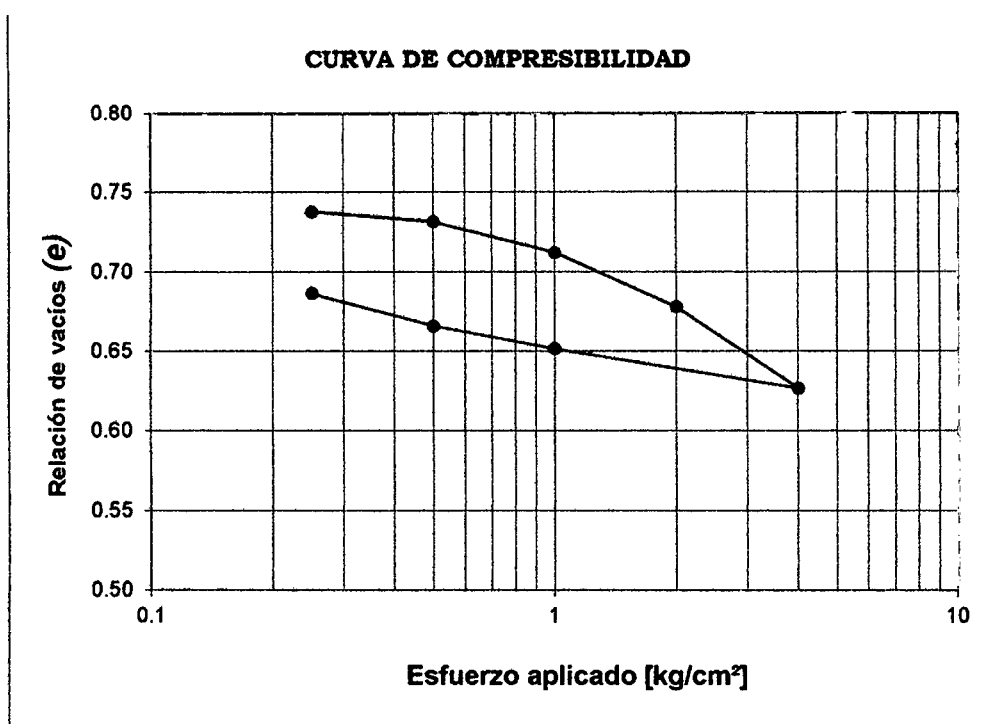


Figura 6.13 Curva de compresibilidad. C-16

- **CALICATA 17**

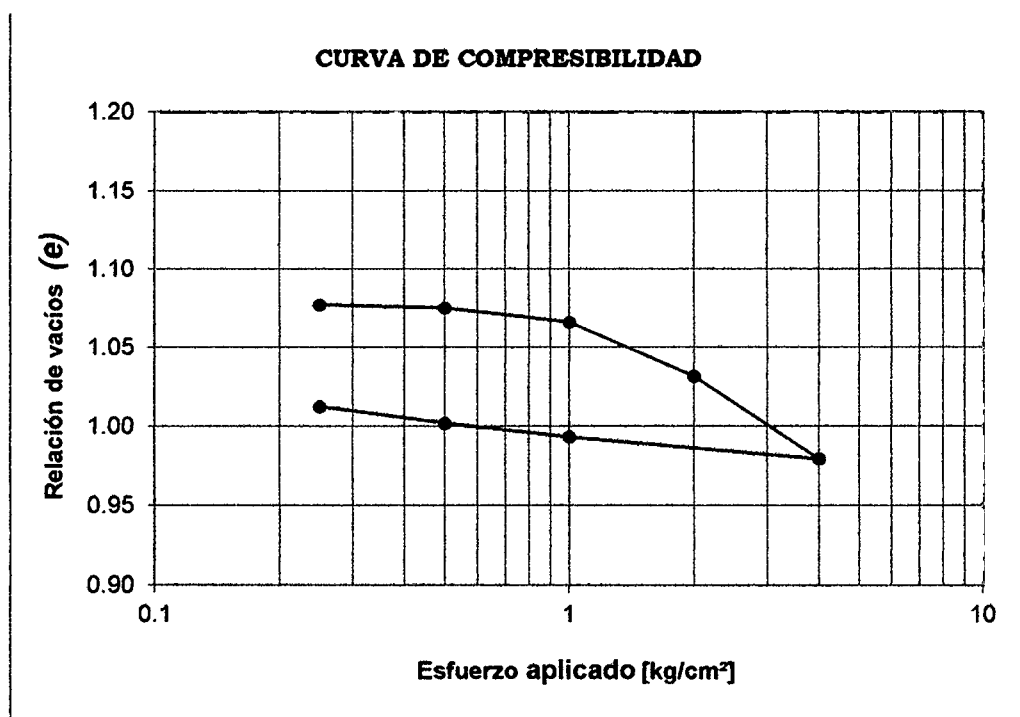


Figura 6.14 Curva de compresibilidad. C-17

6.3. DEL LA CLASIFICACIÓN SUCS DE LOS SUELOS ESTUDIADOS

6.3.1. CLASIFICACIÓN SUCS

6.3.1.1. SECTORES DE MIRAFLORES, SAN ISIDRO SAN BORJA

Tabla 6.16 Resumen de Clasificación de las muestras extraídas.

Zona1

CALICATA	MUESTRA	SUCS
C-1	M-1	CL
	M-2	CL
	M-3	CL
C-2	M-1	CL
	M-2	CH
C-3	M-1	CL
	M-2	CL
	M-3	SC-SM
	M-4	ML
C-4	M-1	CL
	M-2	CL
C-5	M-1	CL
	M-2	SC-SM
	M-3	ML
	M-4	CL
C-6	M-1	CL
	M-2	CL
	M-3	CL
C-7	M-1	CL
	M-2	CL
C-8	M-1	CL
	M-2	CL
C-9	M-1	CL
	M-2	SM
C-10	M-1	CL
	M-2	SM
	M-3	CL

6.3.1.2. SECTOR TORRES BELÓN

Tabla 6.17 Resumen de Clasificación de las muestras extraídas.

Zona2

CALICATA	MUESTRA	SUCS
C-11	M-1	CL
	M-2	CL
	M-3	CL
	M-4	ML
C-12	M-1	CL
	M-2	ML
C-13	M-1	CL
	M-2	ML
C-14	M-1	CL
	M-2	ML
C-15	M-1	CL
	M-2	SC
C-16	M-1	ML
	M-2	ML
	M-3	CL
C-17	M-1	CH
C-18	M-1	CL
	M-2	SC
	M-3	CL
	M-4	CH
C-19	M-1	CL

6.3.2. CLASIFICACIÓN PORCENTUAL DE LOS SUELOS ESTUDIADOS

De los resultados de los suelos ensayados en el laboratorio y observaciones hechas "in situ", han sido elaborados los perfiles estratigráficos, según los ejes en las direcciones mostradas en los planos correspondientes.

Aquí se muestran los cuadros resumen, en donde se indica los tipos de suelos hallados y su porcentaje respecto al total de muestras ensayadas.

Tabla 6.18 Resumen porcentual por tipo de suelo.

TIPO DE SUELO	# DE MUESTRAS	%PORCENTAJE
CL	31	64.58%
CH	3	6.25%
SC-SM	2	4.17%
ML	8	16.67%
SM	2	4.17%
SC	2	4.17%
TOTAL	48	100.00%

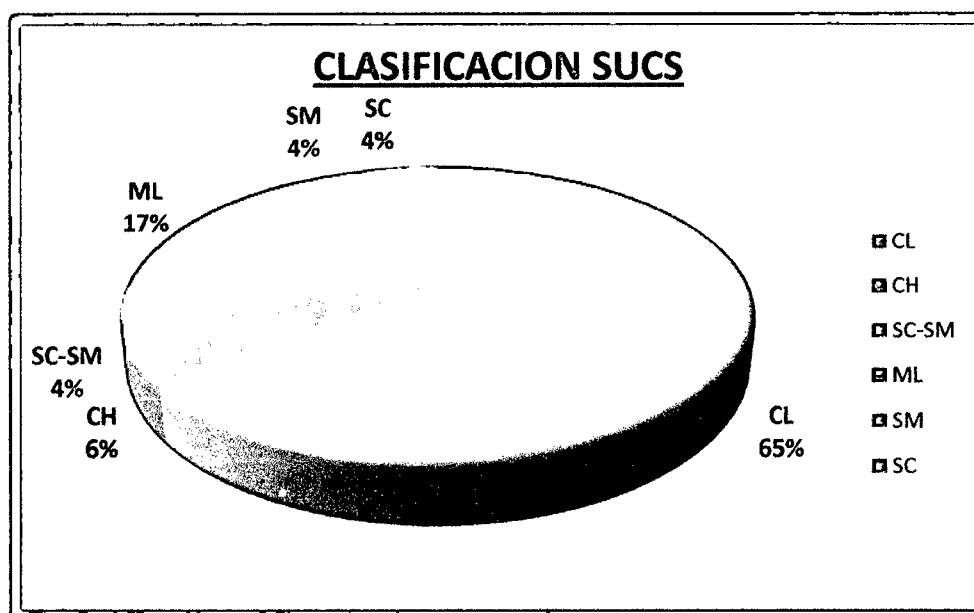


Figura 6.15 Grafica Porcentual por tipo de suelo

Por otra parte con fines prácticos los suelos hallados se pueden agrupar en:

- Suelos cohesivos (arcillas y limos)
- Suelos friccionantes (arenas y limos)
- Suelos mixtos (mezcla de arena limosa, arena arcillosa)

6.3.3. CLASIFICACIÓN PORCENTUAL DEL SUELO SUBYACENTE PARA Df = 0.80 m; 1.20 m; 1.50 m; y 2.00 m.

A partir de los perfiles Estratigráficos se preparan los planos de zonificación de suelos ensayados, cuya clasificación está de acuerdo al sistema unificado de clasificación (SUCS), para las diferentes profundidades de desplante que se consideran en este estudio. El sub suelo explorado y clasificado de acuerdo al sistema antes mencionado se puede cuantificar en función de los estratos encontrados, según el siguiente cuadro:

Tabla 6.19 Resumen porcentual de tipo de suelo vs. Df.

CLASIF. SUCS	PORCENTAJE RESPECTO AL NIVEL Df.			
	Df = 0.80 m	Df = 1.20 m	Df = 1.50 m	Df = 2.00 m
CL	52.06%	69.72%	60.43%	55.77%
ML	14.97%	16.85%	22.34%	34.85%
CH	0.00%	1.95%	2.25%	6.01%
SM	0.00%	1.00%	4.68%	3.37%
SM - SC	0.00%	3.18%	7.03%	0.00%
SC	0.00%	0.00%	1.30%	0.00%
RELLENO	32.97%	7.31%	1.97%	0.00%
TOTAL	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Para la mejor comprensión de los tipos de suelos q tenemos a las diferentes profundidades de desplante, se presentan 4 gráficas estadísticas con los porcentajes para cada tipo suelo correspondientes a Df= 0.80, 1.20, 1.50 y 2.00 m.

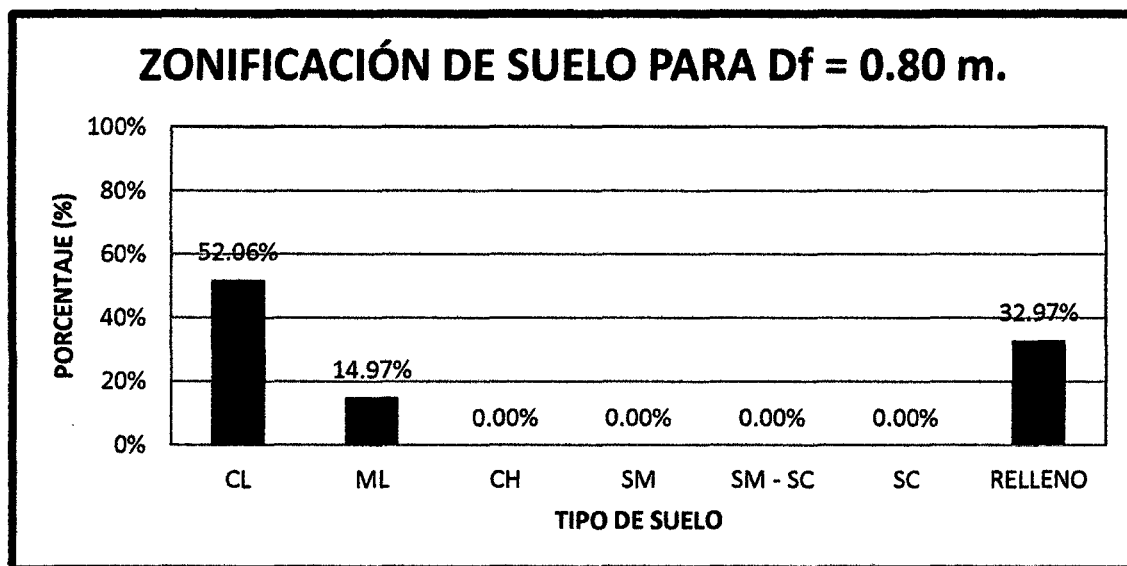


Figura 6.16 Grafica Porcentual por tipo de suelo. Df=0.80 m.

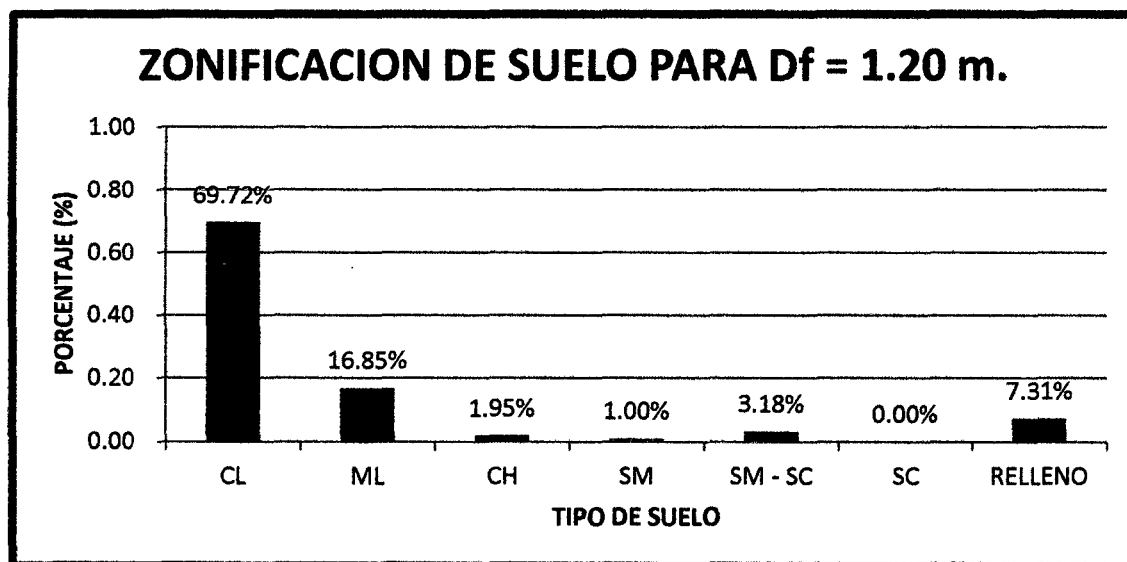


Figura 6.17 Grafica Porcentual por tipo de suelo. Df=1.20 m.

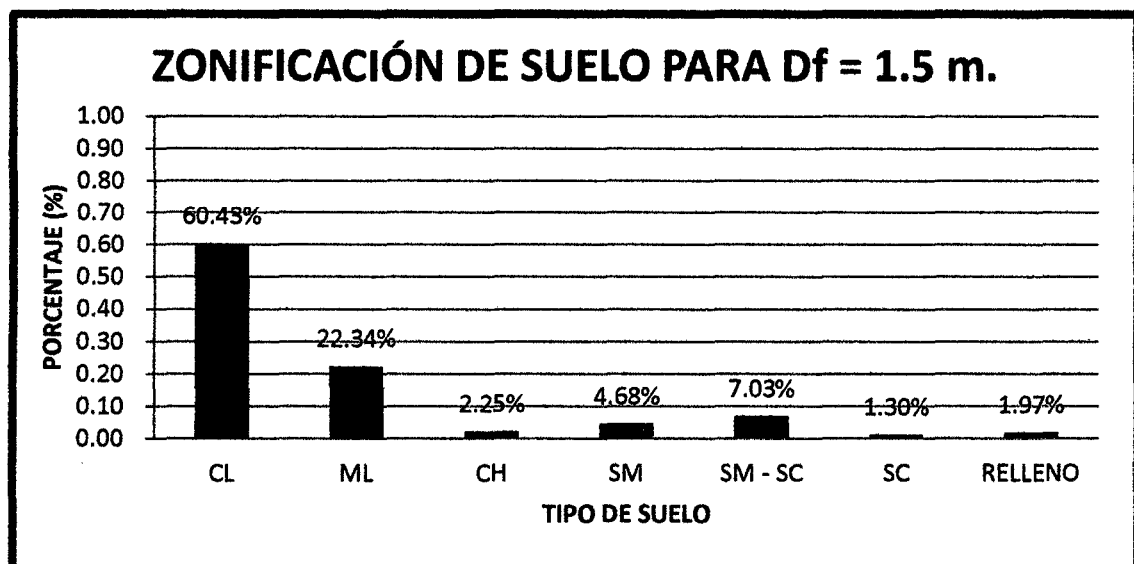


Figura 6.18 Grafica Porcentual por tipo de suelo. Df=1.50 m.

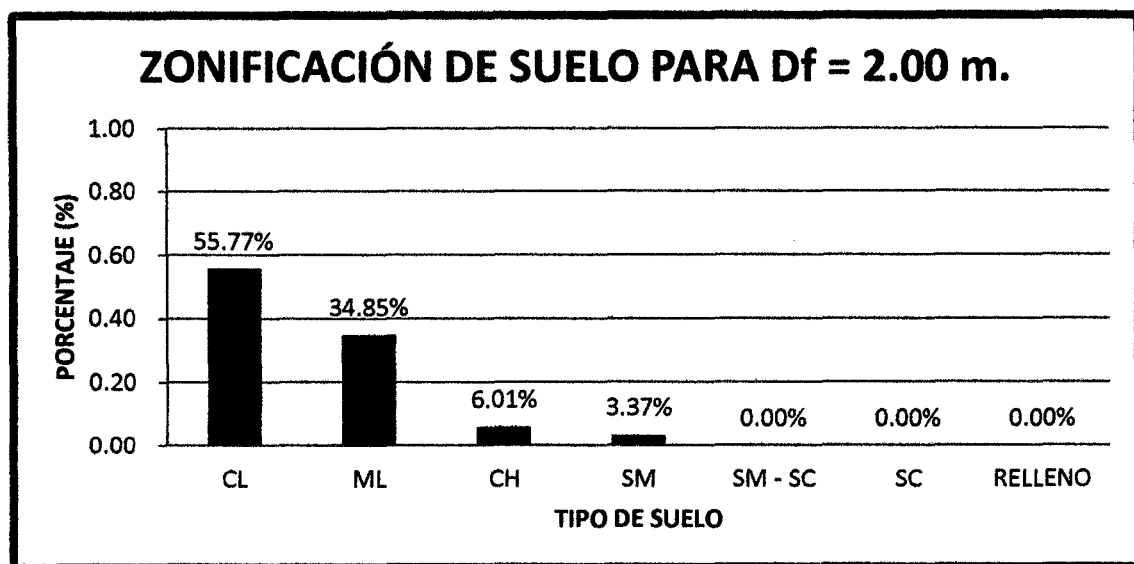


Figura 6.19 Grafica Porcentual por tipo de suelo. Df=2.00 m.

CAPITULO VII

7. APLICACIÓN EN EDIFICACIONES.

7.1. ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DE LOS SUELOS A LOS ESFUERZOS CORTANTES.

La resistencia cortante de una masa de suelo es la resistencia interna por área unitaria que la masa de suelo ofrece para resistir la falla y el deslizamiento a lo largo de cualquier plano dentro de él. Los ingenieros deben entender la naturaleza de la resistencia cortante para analizar los problemas de la estabilidad del suelo, tales como capacidad de carga, estabilidad de taludes y la presión lateral sobre estructuras de retención de tierras. (Fundamentos de Ingeniería Geotécnica – Braja M. Das – 2010)

7.1.1. FRICCIÓN ENTRE DOS SUPERFICIES EN CONTACTO

Es conveniente considerar un modelo simple al comenzar la discusión de la resistencia cortante de los suelos. La figura 7.1 presenta un bloque descansando en una superficie plana. El bloque está sujeto a una fuerza normal N , que actúa perpendicularmente a la superficie plana. Si se incrementa gradualmente la fuerza de corte F , el bloque se deslizará cuando:

$$F = \mu N \quad (7.1)$$

Donde μ es el coeficiente de fricción entre el bloque y el plano. Dividiendo los dos términos por el área de contacto A , se obtiene:

$$\frac{F}{A} = \frac{N}{A} \times \mu \quad (7.2)$$

O

$$\tau = \sigma \times \mu \quad (7.3)$$

Donde τ es el esfuerzo cortante y σ es el esfuerzo normal en el plano de deslizamiento. Si la oblicuidad del esfuerzo resultante en el plano de deslizamiento (plano de falla) se denomina ϕ , como se indica en la figura 7.2, puede escribirse como: (7.4)

$$\tau = \sigma \times \tan \phi \quad (7.4)$$

Esta ecuación indica que el esfuerzo cortante que se puede aplicar es proporcional al esfuerzo normal aplicado, y que se puede graficar la relación entre estos esfuerzos como una línea recta con una inclinación de ϕ . (figura 7.3)

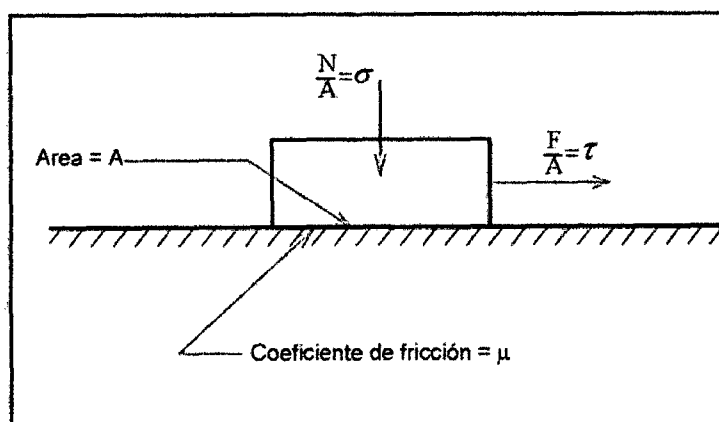


Figura 7.1 Bloque deslizante en un plano.

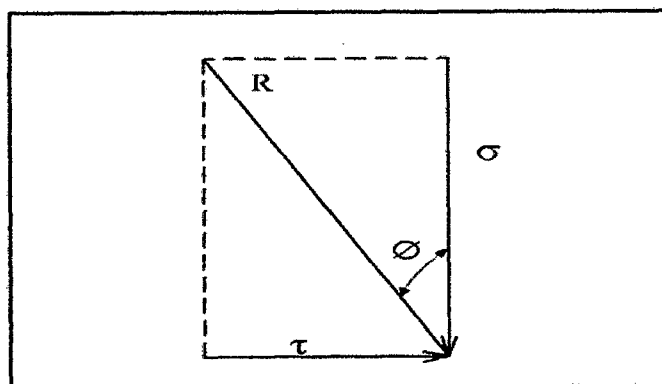


Figura 7.2 Oblicuidad del esfuerzo resultante.

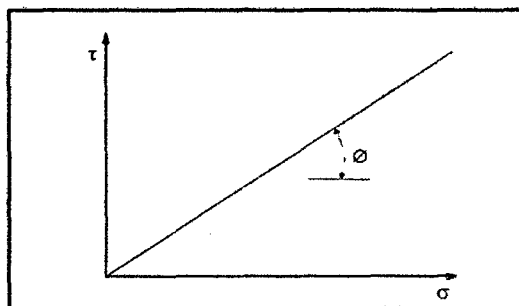


Figura 7.3 Diagrama de esfuerzo para un bloque deslizante en un plano.

7.1.2. APARATO DE CORTE DIRECTO

Considérese al suelo con el entendimiento del modelo anterior. Se tratará de desarrollar una relación de falla por cortante en el suelo, cuando dicha falla ocurre a lo largo de un plano de corte limitado en ambos lados por el suelo. Para este propósito se considerará un aparato de corte directo como el ilustrado en la figura 7.4. Este aparato se utiliza mucho en los laboratorios de Mecánica de Suelos para medir la resistencia cortante de suelos granulares (dicho equipo no es apropiado para ensayar suelos finos). El equipo de corte directo consiste básicamente de una caja partida horizontalmente por la mitad. Una mitad permanece fija, mientras que la otra se puede mover horizontalmente conforme se aplica una fuerza cortante F . También puede aplicarse una fuerza normal N . En la figura 7.4, el suelo en la parte superior de la caja es análogo al bloque de la figura 7.1, mientras que el suelo en la parte inferior es equivalente a la superficie plana donde descansa el bloque.

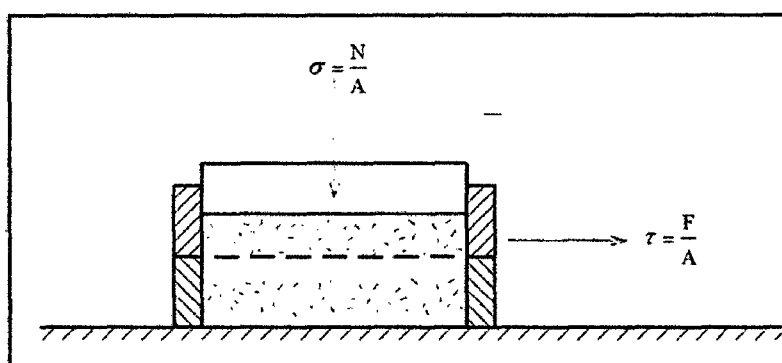


Figura 7.4 Aparato de corte directo.

Si se realizan varios ensayos de corte directo en arena seca utilizando diferentes valores del esfuerzo normal, los resultados pueden graficarse en un diagrama similar al de la figura 7.3.

Para cada esfuerzo normal la fuerza cortante aumenta hasta alcanzar un valor máximo; este valor se denomina resistencia cortante para el valor particular de esfuerzo normal utilizado.

Un diagrama típico de resistencia cortante se muestra en la figura 7.5. Por analogía con el bloque deslizante sobre la superficie plana, la pendiente de la línea recta se denomina ϕ , y para los suelos es el ángulo de fricción interna. Para la mayoría de arenas secas, el diagrama de falla es una línea recta que pasa por el origen. De este modo, si se conoce el ángulo de fricción ϕ de una arena seca, se puede determinar su resistencia cortante a lo largo de cualquier plano con cualquier esfuerzo normal en el campo.

Los resultados de una serie de ensayos de corte directo en una arcilla dura se ilustran en la figura 7.6. Estos resultados indican que los puntos pueden asumirse que conforman una línea recta; sin embargo, se aprecia en este caso una intersección en el eje vertical. Esta intersección se denomina cohesión del suelo C , y como antes, la pendiente de la recta se denomina ángulo de fricción interna. En este caso, la resistencia del suelo es:

$$\tau = C + \sigma \times \tan \phi \quad (7.5)$$

O

$$\tau = S + \sigma \times \tan \phi \quad (7.6)$$

Donde S es la resistencia cortante del suelo.

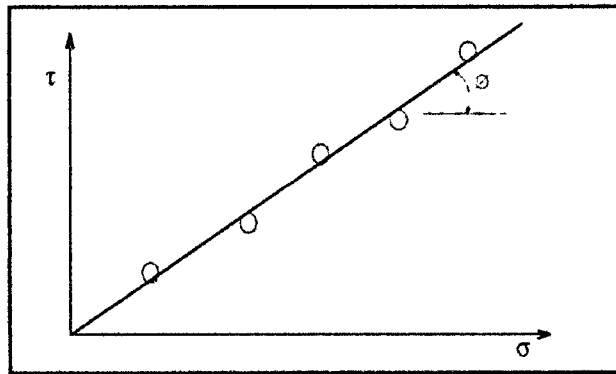


Figura 7.5 Diagrama de falla para una arena seca ensayada en corte directo.

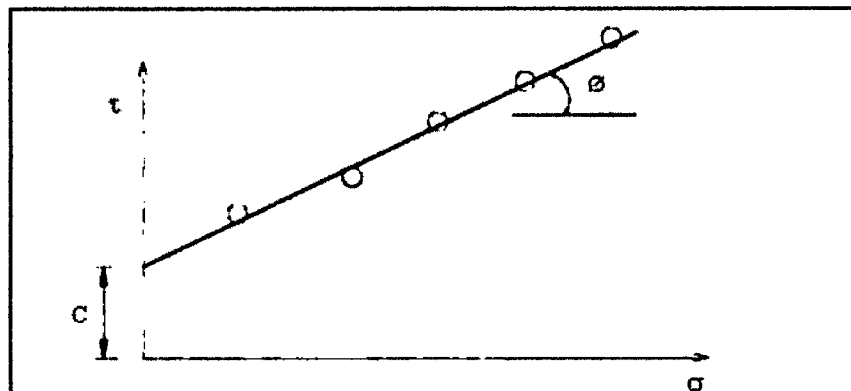


Figura 7.6 Diagrama de falla para una arcilla dura ensayada en corte directo.

Las rectas de las figura 7.5 y 7.6, representan la relación entre los esfuerzos cortantes y normales en la falla. Por consiguiente, no es posible tener un estado de esfuerzo del suelo por encima de las rectas (es decir, para un esfuerzo normal dado, el esfuerzo cortante no puede ser mayor que aquél que ocasiona la falla). Debido a que los puntos por encima de la recta representan estados inestables (en falla) y los de por debajo son estables, la recta se denomina envolvente de falla del suelo. Los diagramas de resistencia cortante versus esfuerzo normal se denominan diagramas de Mohr-Coulomb y la formula 7.6, representa la relación utilizada para definir la resistencia cortante del suelo en función del Criterio de Falla de Mohr-Coulomb. La envolvente de resistencia (falla) de Mohr-Coulomb y los dos parámetros requeridos para describirla

C y ϕ , son muy convenientes de usar, ya que permiten describir la resistencia del suelo para una gran variedad de condiciones de esfuerzos en el campo, con la utilización de solamente hasta dos constantes del suelo, C y ϕ .

7.2. DISTRIBUCIÓN DE PRESIONES.

Como ya se ha explicado anteriormente una cimentación tiene el trabajo de transferir las cargas de la estructura al suelo, cuando esto sucede la presión o el esfuerzo que la fundación entrega al terreno se distribuye en el medio considerado (el suelo) y a su vez se disipa. Este subcapítulo estudia como ocurre este fenómeno en el terreno para diferentes tipos de cimentación.

7.2.1. DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS EN EL TERRENO DEBIDO A UNA CARGA PUNTUAL

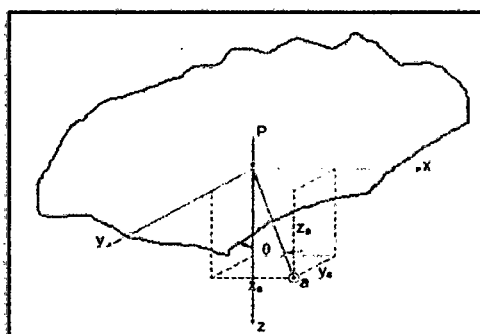


Figura 7.7 Modelo de boussinesq, de carga puntual (P) sobre un medio elástico semi-infinito, y sistema de ejes utilizado.

Boussinesq (1885), idealizando un modelo donde se coloca una carga puntual sobre un medio elástico semi-infinito, encontró que la solución para encontrar el valor del incremento del esfuerzo vertical ($\Delta\sigma_z$) en un punto cualquiera (a) con coordenadas cartesianas de localización ($x = x_a$, $y = y_a$, $z = z_a$, ver figura 7.7), debido a la carga (P) impuesta, de forma general será:

$$\Delta\sigma_z = \frac{3P}{2\pi z^2} \cos^5 \theta \quad (7.7)$$

Donde:

$$\cos \theta = \frac{z}{\sqrt{r^2 + z^2}} \quad (7.8)$$

$$A = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (7.9)$$

Utilizando las definiciones antes vistas, y realizando las simplificaciones respectivas, se puede expresar el incremento de esfuerzo vertical en el suelo ($\Delta\sigma_z$), de dos maneras:

$$\Delta\sigma_z = \frac{3P}{2\pi z^2 \left(1 + \left(\frac{r}{z}\right)^2\right)^{5/2}} \quad (7.10)$$

O

$$\Delta\sigma_z = \frac{3P}{2\pi} \cdot \frac{z^3}{(r^2 + z^2)^{5/2}} \quad (7.11)$$

Si tomamos cualquiera de las dos fórmulas y realizamos un análisis y un diagrama del incremento del esfuerzo vertical del plano $x-z$ ($y=0$), obtendremos un esquema como el mostrado en la figura 7.7, para el caso de una carga puntual unitaria, que podrá ser utilizado para cualquier valor de carga fundamentados en los principios de la elasticidad, aclarando que la unidad de $\Delta\sigma_z/P = [1/m^2]$.

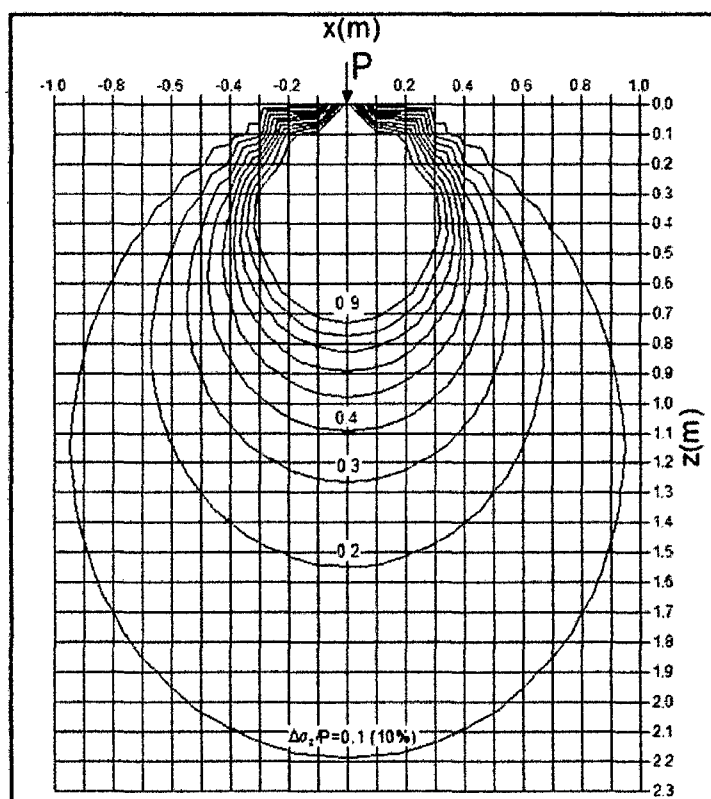


Figura 7.8 Distribución de esfuerzos en el terreno debido a una carga puntual.

Del esquema de la figura 7.8 podemos observar y obtener varias cosas, uno como es la distribución de esfuerzos en el terreno debido a una carga puntual, y dos introduciremos un concepto que es el bulbo de presiones.

Definición: El bulbo de presiones es la zona del suelo donde se producen incrementos de carga vertical considerables por efecto de una carga aplicada del tipo que sea. Esta zona forma un bulbo llamado de presiones, y está conformada por isóbaras que son curvas que unen puntos de un mismo valor de presión o de esfuerzo. Las isobaras de la Figura 7.8 están representadas desde la del 10% hasta la del 90% del valor de la carga puntual, cada 10%.

En el caso que estamos analizando, el bulbo de presiones debido a una carga puntual, estará limitado por la isobara que toma el valor del 10% del valor de la fuerza puntual aplicada, $\Delta\sigma_z \leq 0.10P$ (figura 7.8).

Como una aclaración adicional el valor del esfuerzo cerca de la carga puntual toma valores muy grandes, y en el punto de contacto ($x=0, z=0$) el valor del esfuerzo en el suelo tenderá a infinito ($\Delta\sigma_z = \infty$), ya que idealizando el problema planteado el área de contacto tendería a cero.

7.2.2. DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS EN EL TERRENO DEBIDO A UNA CARGA CIRCULAR

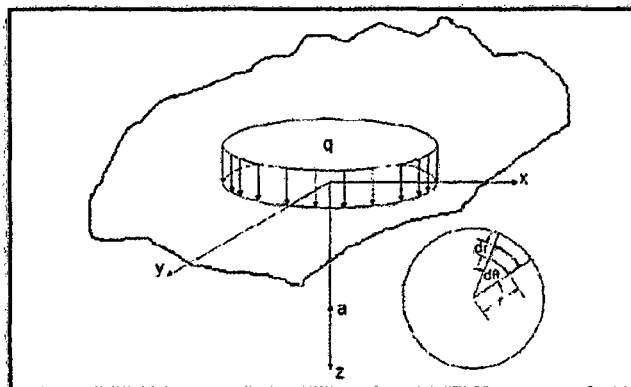


Figura 7.9 Modelo de carga circular (q) sobre un medio elástico semi-infinito, y sistema de ejes utilizado.

Partiendo de la solución dada por Boussinesq para una carga puntual (7.10), y dividiendo un área cargada circular en diferenciales de área, como muestra la figura 7.9, donde una carga puntual (dP) sobre este diferencial se puede aproximar a $dP = q.r.d\theta.dr$, obtenemos que:

$$d(\Delta\sigma_z) = \frac{3(q.r.d\theta.dr)}{2\pi z^2 \left(1 + \left(\frac{r}{z}\right)^2\right)^{5/2}} \quad (7.12)$$

Integrando en toda la superficie del área circular, tendríamos que:

$$\Delta\sigma_z = \int_{\theta=0}^{\theta=2\pi} \int_{r=0}^{r=B/2} \frac{3(q.r.d\theta.dr)}{2\pi z^2 \left(1 + \left(\frac{r}{z}\right)^2\right)^{5/2}} \quad (7.13)$$

Al solucionar la anterior integral, encontraríamos que el incremento del esfuerzo vertical ($\Delta\sigma_z$) para un punto cualquiera (a) debajo del centro de una cimentación circular, de radio R , cargada con un valor de esfuerzo de contacto (q) uniformemente distribuido, en una profundidad dada (z) cualquiera, será:

$$\Delta\sigma_z = q \left[1 - \left[\frac{1}{1 + \left(\frac{R}{z}\right)^2} \right]^{3/2} \right] \quad (7.14)$$

Donde:

R : Es el radio de la cimentación, y será igual a $R=B/2$.

Para conocer el incremento de esfuerzo vertical en lugares diferentes a puntos localizados debajo del centro de la cimentación circular, se deberá solucionar la integral de la formula 7.13, con los adecuados límites de integración, variándolos de acuerdo a la distancia (r) desde el centro de la cimentación hasta punto investigado y a la profundidad (z).

Para efectos prácticos el incremento de carga se puede expresar como:

$$\Delta\sigma_z = q \cdot f\left(\frac{x}{R}, \frac{z}{R}\right) \quad (7.15)$$

En este caso que estamos analizando el bulbo de presiones debido a una carga circular, éste estará limitado por la isobara que toma el valor de $\Delta\sigma_z=0.10q$, y la máxima profundidad (D_b) que toma el bulbo de presiones es el centro aproximadamente a dos veces el ancho (B) o dos veces el diámetro (D) de la fundación, luego podemos aproximar:

$$D_b \approx 2B \approx 2D \approx 4R \quad (7.16)$$

7.2.3. DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS EN EL TERRENO DEBIDO A UNA CARGA RECTANGULAR

7.2.3.1. MÉTODO BASADO EN LA TEORÍA DE BOUSSINESQ

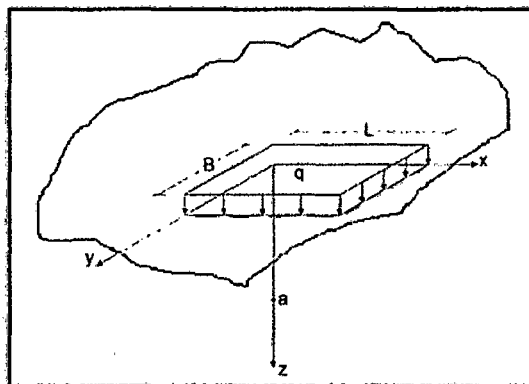


Figura 7.10 Modelo de carga rectangular (q) sobre un medio elástico semi-infinito, y sistema de ejes utilizado.

Partiendo de la solución dada por Boussinesq para una carga puntual (7.10) y la definición de r (7.9), y dividiendo un área cargada rectangular en diferenciales de área, como la mostrada en la figura 7.10, donde una carga puntual (dP) sobre un diferencial se puede aproximar a, $dP = q \cdot dx \cdot dy$, obtenemos que:

$$d(\Delta\sigma_z) = \frac{3(q \cdot r \cdot d\theta \cdot dr)}{2\pi z^2 \left(1 + \left(\frac{r}{z}\right)^2\right)^{5/2}} = \frac{3(q \cdot r \cdot d\theta \cdot dr) \cdot z^3}{2\pi (x^2 + y^2 + z^2)^{5/2}} \quad (7.17)$$

Integrando en toda la superficie del área rectangular, tendríamos que:

$$\Delta\sigma_z = \int_{y=0}^{y=L} \int_{x=0}^{x=B} \frac{3(q \cdot r \cdot d\theta \cdot dr)}{2\pi (x^2 + y^2 + z^2)^{5/2}} \quad (7.18)$$

Al solucionar la anterior integral (Newmark 1935), encontraríamos que el incremento del esfuerzo vertical ($\Delta\sigma_z$) para un punto cualquiera (a) debajo de la esquina de una cimentación rectangular, de ancho B y largo L , cargada con un valor de esfuerzo de contacto (q) uniformemente distribuido, en una profundidad dada (z) cualquiera, será:

$$\Delta\sigma_z = qI(m,n) \quad (7.19)$$

Donde:

$$m = \frac{B}{z} \quad (7.20)$$

$$n = \frac{L}{z} \quad (7.21)$$

$$I(m,n) = \frac{1}{4\pi} \left[\frac{2mn\sqrt{m^2+n^2+1}}{m^2+n^2+m^2n^2+1} \cdot \frac{m^2+n^2+2}{m^2+n^2+1} + \tan^{-1} \left(\frac{2mn\sqrt{m^2+n^2+1}}{m^2+n^2+1-m^2n^2} \right) \right] \quad (7.22)$$

En el caso que el valor de (m^2n^2) sea más grande que el valor de (m^2+n^2+1), el término de la ecuación (7.22) que utiliza tangente inversa se vuelve negativo, luego será necesario modificar la ecuación, sumando al anterior resultado el valor de π , de la siguiente manera:

$$I(m,n) = \frac{1}{4\pi} \left[\frac{2mn\sqrt{m^2+n^2+1}}{m^2+n^2+m^2n^2+1} \cdot \frac{m^2+n^2+2}{m^2+n^2+1} + \tan^{-1} \left(\frac{2mn\sqrt{m^2+n^2+1}}{m^2+n^2+1-m^2n^2} \right) + \pi \right] \quad (7.23)$$

El valor del factor de influencia $I(m,n)$, siempre deberá estar entre:

$$0 \leq I(m,n) \leq 0.25 \quad (7.24)$$

Los valores del factor de influencia $I(m, n)$, a partir de las formulas 7.23 y 7.24, se pueden obtener del gráfico de la figura 7.11 para diferentes valores de m y n . (anexo C)

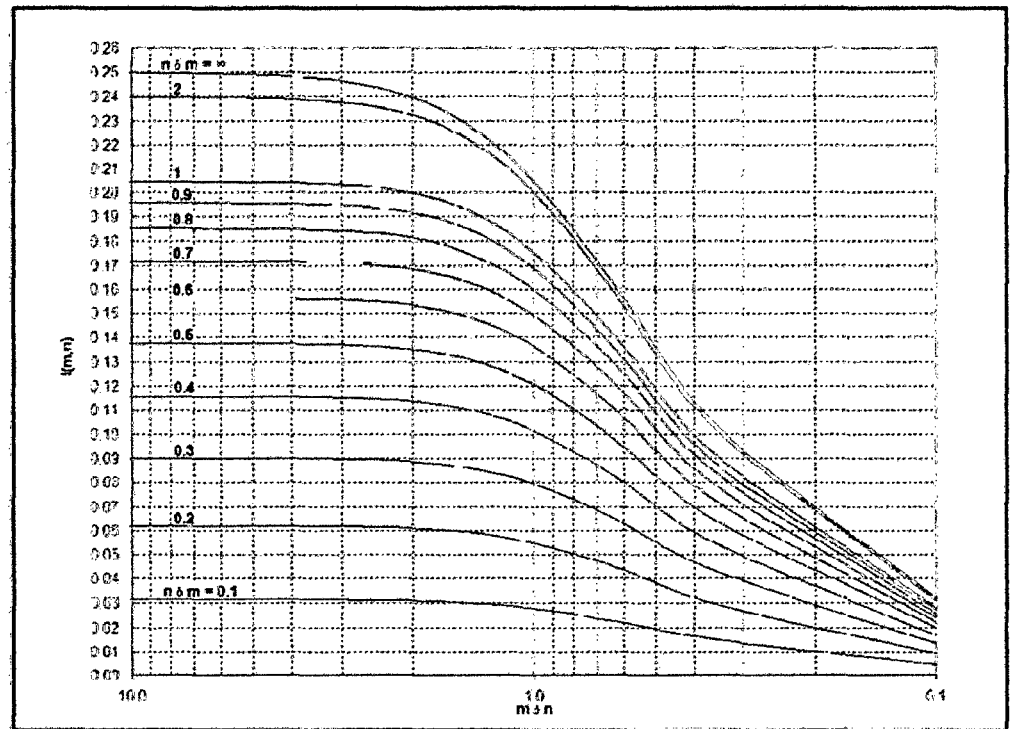


Figura 7.11 Valor de factor de influencia para diferentes valores de m y n .

La profundidad del bulbo de presiones (D_b) de un área rectangular es difícil determinar de forma general, más aun cuando es una distribución de carga compuesta. Se puede deducir que esta variará entre dos veces su ancho (B) (en el caso de una zapata cuadrada) y tres veces su ancho (B), pero de manera aproximada D_b es asumida, para el caso de una zapata rectangular como:

$$D_b \approx 2B \quad (7.25)$$

7.2.3.2. MÉTODO APROXIMADO 2:1 (V:H)

Uno de los primeros métodos para encontrar el incremento de esfuerzo vertical ($\Delta\sigma_z$) en el suelo, a una profundidad (z) cualquiera, debido a una carga uniformemente distribuida (q) colocada en una superficie rectangular de ancho (B) y largo (L), fue el método de la pendiente 2:1 ($V: H$), método que es aproximado pero tiene la ventaja de que es muy sencillo y simple.

Este método supone que la zona o área donde la carga (q) actúa, se va distribuyendo en el medio del suelo, ampliándose, desde la de contacto ($B \times L$), hasta una zona más grande que va a ser función de la profundidad, y que va a ir creciendo con una pendiente 2:1 ($V: H$), tal y como muestra la Figura 7.12, para el caso de la dimensión del ancho (B) y análogamente para la dimensión del largo (L).

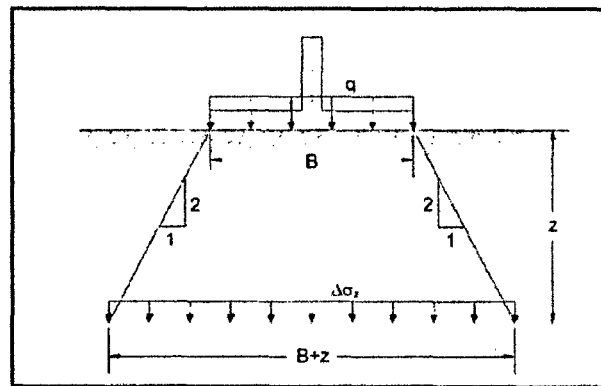


Figura 7.12 Método aproximado 2:1 (V: H).

De acuerdo a esto, el incremento de esfuerzo vertical ($\Delta\sigma_z$) en el suelo, se podría aproximar a:

$$\Delta\sigma_z = \frac{qBL}{(B+z)(L+z)} \quad (7.26)$$

Para el caso de una cimentación cuadrada, basándonos en este mismo método:

$$\Delta\sigma_z = \frac{qB^2}{(B+z)^2} \quad (7.27)$$

7.2.4. DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS EN EL TERRENO DEBIDO A UNA CARGA UNIFORME DISTRIBUIDA DE CUALQUIER FORMA, CARTA DE NEWMARK (1942)

Nathan M. Newmark (1942) en la Universidad de Illinois, se ideó un sistema de solución gráfica para encontrar de manera aproximada el incremento de esfuerzo vertical debajo de cualquier punto de una fundación, con cualquier tipo y forma de carga, basado en la solución para un punto bajo el centro de una fundación con carga uniformemente repartida de forma circular. A esta solución gráfica se le llama solución con Carta de Newmark, y es basada en gráficos o esquemas como el que muestra la figura 7.13.

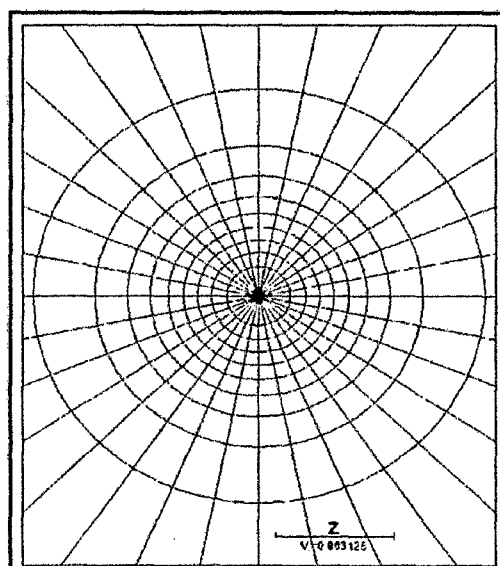



Figura 7.13 Carta de Newmark

La forma de encontrar el incremento de esfuerzo vertical ($\Delta\sigma_z$) bajo cualquier punto de la fundación o por fuera de ella, a una profundidad cualquiera (z) dada, es:

1. Caracterizar la carta de Newmark con la que se va a trabajar, que consiste en identificar el valor de influencia (*cada carta tendrá uno, en el caso de la Figura 5.14 $V_i=0.003125$*), y en identificar la referencia de escala () que es la línea que representa la profundidad (z) a la cual se va a encontrar el incremento de esfuerzo.

2. Adoptada la profundidad (z) a la cual se va a encontrar el incremento de esfuerzo vertical ($\Delta\sigma_z$), la línea de referencia de escala (---|---) se volverá igual a la profundidad (z) tomada, de acuerdo a esto quedará definida la escala del procedimiento.

3. Se deberá dibujar la fundación en planta de acuerdo a la escala definida en el paso anterior, para luego colocar este esquema a escala sobre la Carta de Newmark, haciendo coincidir el punto bajo el cual se desea encontrar el incremento de esfuerzo con el centro de la Carta de Newmark, tal y como muestra la figura 7.14 (a) para el caso del incremento de esfuerzo en el centro de la fundación o la figura 7.14 (b) para el caso del incremento de esfuerzo en la esquina de la cimentación.

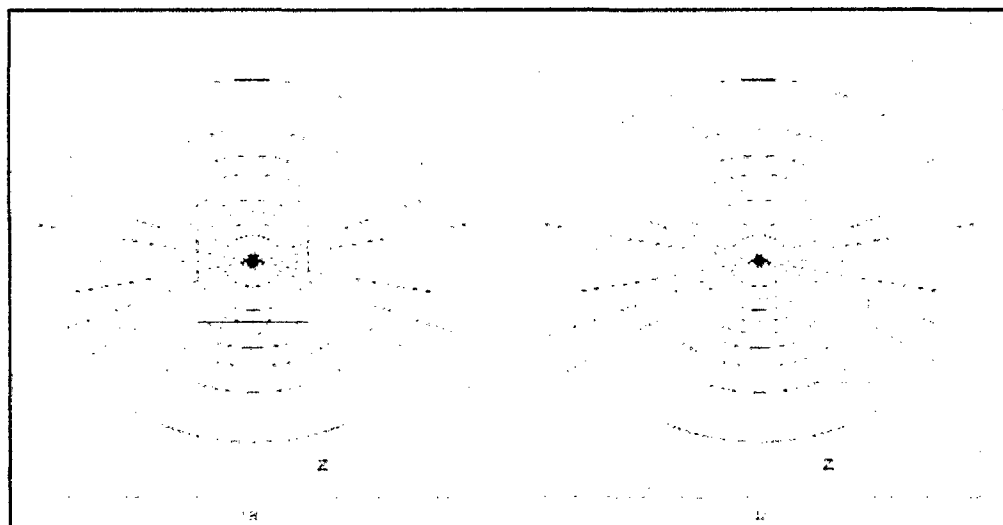


Figura 7.14 Carta de Newmark

4. Finalmente se contarán cuantos cuadros quedan dentro del esquema de la fundación, sumándose los cuadros completos y las fracciones de recuadros con el cuidado de una buena apreciación.

De acuerdo al anterior procedimiento descrito, el valor del incremento de esfuerzo vertical ($\Delta\sigma_z$) en un punto cualquiera bajo la fundación, a una profundidad (z) dada, se definirá como:

$$\Delta\sigma_z = V_i q N \quad (7.28)$$

Donde:

V_i : Valor de influencia de la carta de Newmark de referencia, cada carta tendrá uno.

q : Sobrecarga uniformemente distribuida producida por la cimentación.

N : Numero de divisiones de la carta de Newmark de referencia, que estén dentro de la planta de la cimentación.

7.2.4.1. CONSTRUCCIÓN DE LA CARTA DE NEWMARK

- A partir de la solución para una carga uniformemente distribuida de forma circular, formula 7.14, podemos obtener que la relación R/z , es igual a:

$$\frac{R}{z} = \left[\left[1 - \frac{\Delta\sigma_z}{q} \right]^{\frac{2}{3}} - 1 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (7.29)$$

- Si ahora le damos valores a la relación $(\Delta\sigma_z/q)$, desde cero (0) hasta uno (1) (debido a que la relación no podrá ser mayor que uno), obtenemos los valores de la relación R/z , los cuales son tabulados en la tabla 7.1:

Tabla 7.1 Valores de R/z .

$\Delta\sigma_z/q$	R/z
0	0
0.1	0.27
0.2	0.4
0.3	0.518
0.4	0.637
0.5	0.766
0.6	0.918
0.7	1.11
0.8	1.387
0.9	1.908
1	∞

- Luego si se asume una escala cualquiera para la unidad, se deberá graficar como radios de círculos concéntricos todos los valores de R/z obtenidos, de acuerdo a la escala seleccionada, tal y como muestra la Figura 7.15

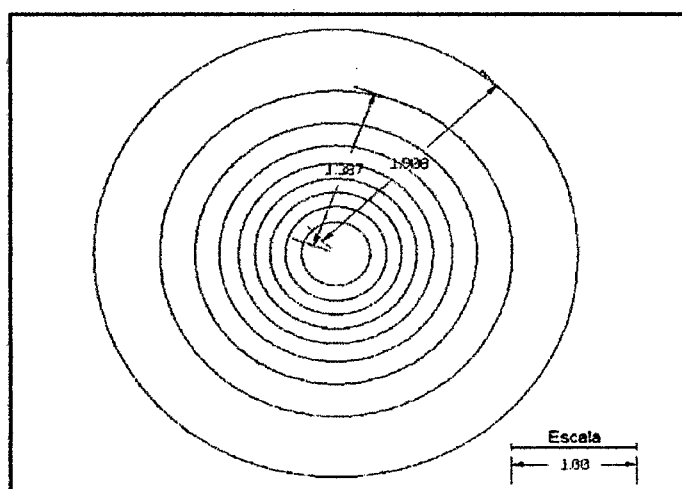


Figura 7.15 Círculos concéntricos para la construcción de la carta de Newmark.

- Se coloca una línea de longitud de una unidad, según la escala escogida, que representara la profundidad (z) con la cual se esté trabajando con la carta de Newmark. Finalmente se divide la carta en cuantos cuadros se desee (de forma simétrica), y se le coloca un recuadro que delimitará la carta, tal y como muestra la Figura 5.16:

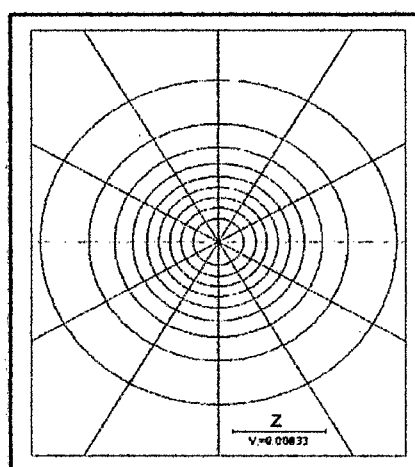


Figura 7.16 Construcción de la carta de Newmark.

- El número de cuadros en los cuales se dividió la carta de Newmark, definirá el valor del factor de influencia (V_i) para la carta de Newmark construida (cada carta deberá especificar cuanto es este valor), según la siguiente ecuación:

$$V_i = \frac{1}{ND} \quad (7.30)$$

Donde:

ND: Número total de divisiones o cuadros que posee la Carta de Newmark construida.

7.3. ASENTAMIENTOS DE SUELOS.

Se entiende por asentamiento, al hundimiento de una estructura, como consecuencia de la compresión y deformación del suelo, situado debajo de la misma. Los asentamientos, pueden predecirse con bastante aproximación sobre las propiedades del sub-suelo. La aplicación de la teoría de BOUSSINESQ, se considera aceptable y la teoría de compresibilidad de Terzagui, es el arma que se ha usado universalmente para tales fines.

Cuando la base de la estructura permanece plana, el asentamiento no tiene importancia, ya que las tensiones en las mismas

No son alteradas; pero si como consecuencia del peso de la estructura, el área cargada se alabea, la base sigue dicho movimiento y toda la estructura se distorsiona, causando tensiones suplementarias que no son considerados en el cálculo de la estructura.

La predicción de la evolución de los asentamientos con el tiempo es mucho más difícil e insegura, pues por un lado se duda de las pruebas de consolidación de un coeficiente de consolidación, apropiado a la realidad, pero no en un impedimento para que en los análisis técnicos de los asentamientos, sea indispensable y útil, ya que los resultados permiten identificar los factores que determina la magnitud y la distribución de los mismos.

Los métodos teóricos a utilizar, se eligen teniendo en cuenta las propiedades mecánicas del perfil del suelo y la naturaleza de la estratificación.

7.3.1. ASENTAMIENTO EN SUELOS COHESIVOS O PLÁSTICOS COMPRESIBLES

El asentamiento total primario de un estrato de arcilla de espesor H , debido a un proceso de consolidación unidimensional, puede determinarse a partir de los datos de la prueba de consolidación y del esquema de la Figura 7.17

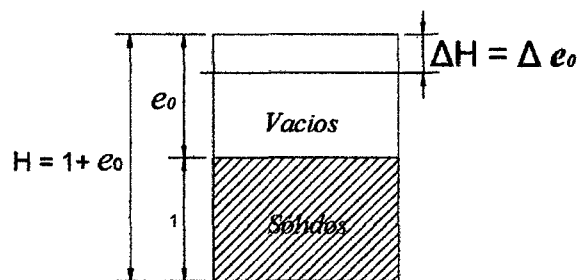


Figura 7.17 Esquema que ilustra la obtención del asentamiento total de un estrato de suelo.

La deformación unitaria del espécimen es $E = \Delta e / (1 + e_0)$ y la deformación del estrato de suelo en un estado natural es $E = \Delta H / H$. Igualando ambas ecuaciones y despejando H , se tiene:

$$\Delta H = \frac{\Delta e}{(1 + e_0)} \cdot H \quad (7.31)$$

Si se sabe que:

$$a_v = \frac{\Delta e}{\Delta P} \quad (7.32) \quad m_v = \frac{a_v}{1 + e_0} \quad (7.33)$$

La fórmula general de asentamientos para suelos preconsolidados y normalmente consolidados es:

$$\Delta H = \frac{a_v}{1 + e_0} \times \Delta P \times H \quad (7.34)$$

$$\Delta H = m_v \times \Delta P \times H \quad (7.35)$$

Donde:

Δe = Deformación del espesor de la muestra en centímetros.

ΔH = Deformación en centímetros del estrato.

e_0 = Relación de vacíos del suelo en estado natural.

a_v = Coeficiente de compresibilidad en cm^2 / seg .

ΔP = Incremento de presión en kg/cm^2 .

m_v = Módulo de compresibilidad volumétrico del suelo en cm^2 / Kg .

Según Terzaghi, la línea de consolidación en el terreno, las arcillas ordinarias (en el diagrama semi-logarítmico) tiene la forma de una línea recta y puede ser expresado por la ecuación.

$$e_f = e_0 + C_e \cdot \log \left(\frac{P_0 + \Delta P}{P_0} \right) \quad (7.36)$$

Reemplazando la ecuación en:

$$m_v = \frac{C_e}{\Delta P \cdot (1 + e_0)} \cdot \log \left(\frac{P_0 + \Delta P}{P_0} \right) \quad (7.37)$$

$$\Delta H = \frac{C_c}{(1 + e_0)} \cdot \log \left(\frac{P_0 + \Delta P}{P_0} \right) \cdot H \quad (7.38)$$

Para arcillas inalteradas normalmente consolidadas el índice de compresión C_e , puede ser tomado en forma aproximada según la expresión:

$$C_c = 0.009 \times (L.L - 10) \quad (7.39)$$

Se dice que las arcillas son normalmente consolidadas cuando nunca han estado sometidas a una presión mayor que la que corresponde a las que soportan por el efecto de las capas del suelo sobre las mismas. Las arcillas preconsolidadas son aquellas que han estado sometidas a

presiones mayores que las que actualmente soportan por el efecto de las capas de suelo que tiene por encima.

Si sobre una arcilla normalmente consolidada se coloca una estructura es posible que surja un fuerte asentamiento debido a la carga que se le agrega y debido a la expulsión del agua contenida en sus poros; mas como este tipo de suelo presenta un coeficiente de permeabilidad muy baja (1.0×10^{-7} cm/seg aproximadamente), el asentamiento ocurre muy lentamente.

Si la arcilla tiene una alta resistencia al corte y baja compresibilidad, el asentamiento puede ser muy pequeño y el empleo de zapatas aisladas puede ser un sistema adecuado de cimentación.

En los estratos arcillosos la compresibilidad suele variar en forma considerable en sentido horizontal.

En regiones en que por fuerza las estructuras deben construirse sobre arcillas normalmente consolidadas o escasamente preconsolidadas, se considera por lo común inevitable que se originen asentamientos diferenciales de varios centímetros a unos decímetros de magnitud, asentamientos que no pueden disminuirse reduciendo las tensiones admisibles.

Afortunadamente la cimentación de zapatas sobre arcillas normalmente consolidadas es una excepción rara.

Las arcillas de consistencia media o compacta situados a poca profundidad son siempre preconsolidadas, los asentamientos diferenciales de fundaciones sobre zapatas apoyadas en tales arcillas raramente exceden de los que se producen en fundaciones semejantes en arena, son en general moderados.

7.3.2. ASENTAMIENTO EN SUELOS ARENOSOS FINOS Y LIMOSOS SUELTOS

En la naturaleza es común encontrar depósitos eólicos, sementados o no, de estructuras generalmente panaloide o simple, bastante suelta, constituida por arenas muy finas o limos no plásticos.

En muchos casos el cementante que actúa es el carbonato de calcio siendo también frecuentes otros solubles en agua; en otros casos, la simple tensión capilar de agua intersticial efectúa el mismo papel, el loess es un material típico de esta clase.

Es característico de estos suelos el hecho de que al saturarse o alcanzar un alto grado de saturación entra en un verdadero colapso su estructura, sobre todo bajo carga con la consecuencia práctica de producirse un fuerte asentamiento del estrato.

El procedimiento más lógico para el cálculo de estos asentamientos es el tratar de duplicar en el laboratorio las condiciones de saturación que puedan llegar a presentarse en el campo.

Así podrán hacerse en laboratorio pruebas de consolidación sobre muestras inalteradas, aplicando las cargas que actuaran en la obra y saturando la muestra.

En los suelos predominantes arenosos e_{min} la correspondiente al estado más compacto posible y comparando con la relación de vacíos natural e_{nat} , permitirá calcular el cambio de oquedad que pueda presentarse en el caso más desfavorable imaginable.

La fórmula a utilizar para el cálculo de asentamientos, una vez obtenidos los valores Δe y e_0 es:

$$\Delta H = \frac{\Delta e}{(1+e_0)} \cdot H \quad (7.40)$$

7.3.3. CARGA DE PRECONSOLIDACIÓN

La historia de esfuerzos de un depósito o muestra se expresa generalmente mediante la relación de sobreconsolidación (overconsolidation ratio) OCR .

$$OCR = \frac{\sigma'_p}{\sigma'_0} \quad (7.41)$$

Dónde:

σ'_p = Presión de preconsolidación.

σ'_0 = Presión vertical efectiva de sobrecarga o presión geoestática.

Los suelos normalmente consolidados tienen un $OCR = 1$; en cambio, los suelos con $OCR > 1$ son preconsolidados o sobreconsolidados. Es posible también que los suelos sean subconsolidados o $OCR < 1$.

La determinación de la carga de preconsolidación, o perfil de OCR , es a menudo el paso más importante en el análisis de asentamiento de las fundaciones. Si el incremento de esfuerzo producido por la fundación conduce a un esfuerzo final menor que la presión de consolidación, el asentamiento será generalmente moderado. Si por el contrario, el incremento de esfuerzos es tal que el esfuerzo final es mayor que la presión de preconsolidación, tendrán lugar asentamiento varias veces mayores, Casagrande desarrolló un procedimiento empírico para la determinación de la carga de preconsolidación, que ha demostrado ser de eficiencia suficiente para los fines prácticos.

Obtenida la curva de compresibilidad en una prueba de consolidación, determínese en primer lugar el punto de máxima curvatura (T) en la zona de transición en el tramo de recompresión (II) y el virgen (I). Por T trácese una horizontal (h) y una tangente a la curva (t). Determínese la bisectriz (c) del ángulo formado por las rectas h y t. Prolónguese el tramo virgen hacia arriba, hasta interceptar la bisectriz. Ese punto de intersección (C)

tiene como abscisa aproximadamente, la carga de preconsolidación σ'_p del suelo.

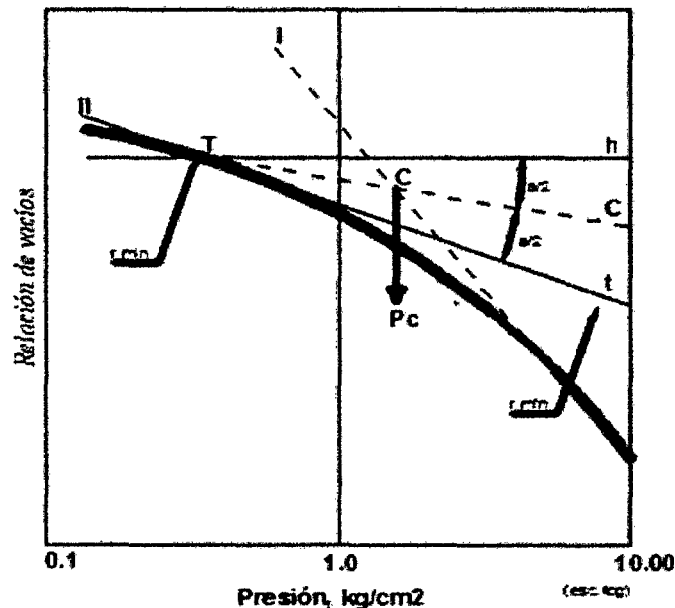


Figura 7.18 Método de Casagrande para obtener la carga de preconsolidación.

7.3.4. CURVA DE COMPRESIBILIDAD DE CAMPO (MÉTODO DE SCHMERTMANN)

Desde hace varios años se reconoce la notable incidencia de la alteración de la muestra en los valores de los parámetros de compresibilidad determinados en el laboratorio. Y se han sugeridos procedimientos para corregir las relaciones esfuerzo - deformación de laboratorio por tal alteración.

La Figura 7.19 esquematiza el método para corregir la curva $e_f = e - \log \sigma'$ (Schemertmann 1953), para arcillas normalmente consolidadas y consiste en:

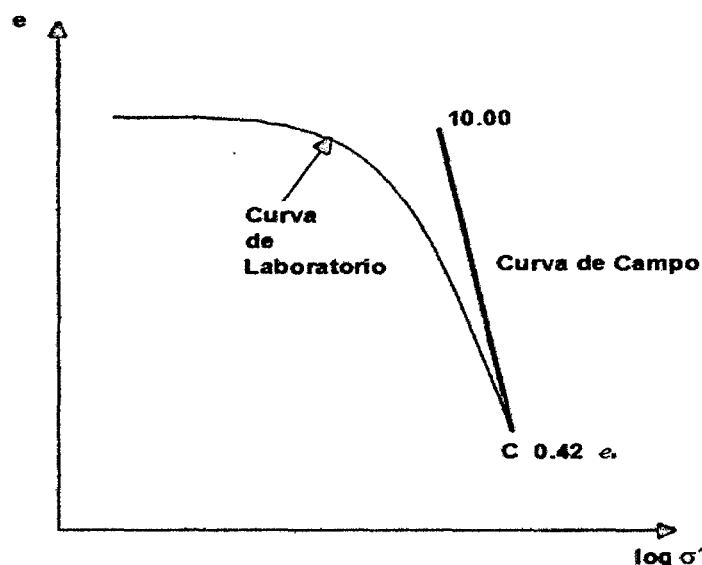


Figura 7.19 Curva de compresibilidad de campo.

1. Determinar el punto *B*. Este punto representa el esfuerzo vertical in situ y la relación de vacíos a la profundidad de la muestra.
2. Extender la curva de compresión virgen de laboratorio hasta el punto *C*, cuya ordenada es $0,42e_0$. Con base a muchas pruebas de laboratorio, Schmertmann (1955) encontró que las curvas de compresión de laboratorio, para grados variables de alteración, intersecaban la curva de compresión virgen de campo aproximadamente en $0,42e_0$.
3. Construir la línea *BC*. Se traza una recta entre el punto $B(\sigma'_0, e_0)$ y el punto *C*. Esta línea es la curva de compresión virgen de campo estimada, es decir que se considera que representa la relación de campo entre la relación de vacíos y el logaritmo de la presión de consolidación.

Sin embargo, si la arcilla es sobreconsolidada, se presenta una situación diferente. Como se ve en la Figura 7.20, una arcilla primero se consolida a una presión más alta σ'_p , punto *B*, y luego, por ejemplo, como consecuencia de remoción de glaciares o erosión, se expande a una

presión menor σ'_0 , punto C, que representa la condición de sobreconsolidación del suelo en el campo. Si se aplica al suelo un incremento $\Delta\sigma$ en condiciones de campo, se consolidará a lo largo de la línea llena hasta el punto D y el cambio en la relación de vacíos será Δe_1 .

Si se toma una muestra de suelo en C y se realiza una prueba endométrica estándar, la muestra se expandirá hasta el punto E bajo el primer incremento de carga en el edómetro y luego se consolidará a lo largo de la línea EF. Si esta curva se utiliza para predecir el asentamiento, el cambio correspondiente en la relación de vacíos será Δe_2 que es mayor que Δe_1 y de esta manera el asentamiento resultará sobreestimado.

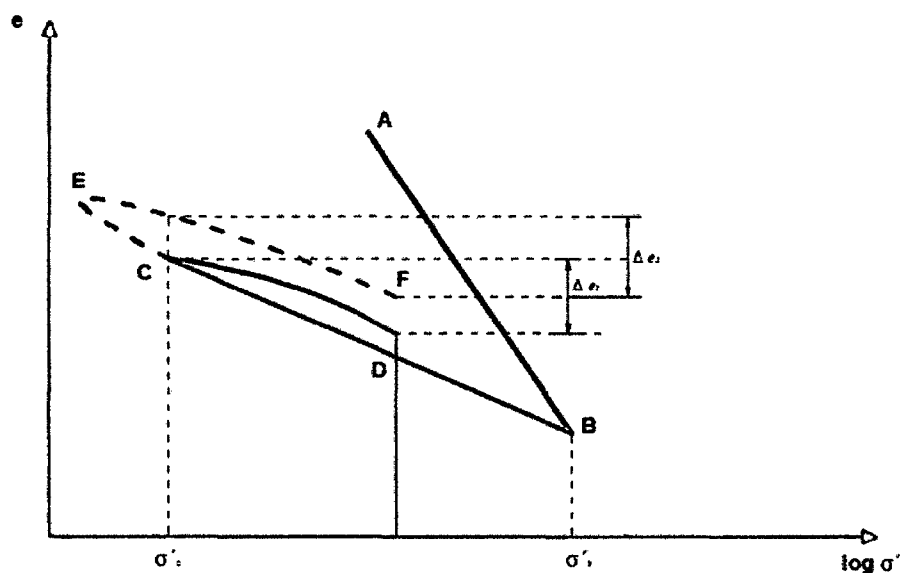


Figura 7.20 Cambio de relación de vacíos de campo diferente del de laboratorio, por efecto de la expansión de la muestra.

El procedimiento de Schmertmann consiste en (Figura 7.18)

1. Dibujar el punto A de coordenadas (σ'_0, e_0) .
2. Determinar σ'_p , máxima presión de preconsolidación.

3. Trazar por el punto A una recta AB paralela a la curva de rebote CD , que intersecte la vertical por σ'_p , en B .
4. Trazar por B una recta BE que intersecte la parte recta de la curva de laboratorio en E , donde $0,42e_0$.

La poligonal ABE representa entonces, la curva de compresibilidad de campo.

7.3.5. ECUACIONES PARTICULARES PARA EL CALCULO DE ASENTAMIENTOS:

En general la ecuación básica para el cálculo de asentamientos, con fundamento en la hipótesis de consolidación unidimensional, para una sola capa compresible de espesor inicial H es:

$$\Delta H = \frac{\Delta e}{(1+e_0)} \cdot H \quad (7.42)$$

El problema en cualquier cálculo de asentamiento consiste en determinar Δe para un incremento dado de presión, aplicado en la capa compresible. De los gráficos de compresibilidad se puede formular la ecuación para Δe como la siguiente:

$$\Delta e = C_X \cdot \log \left(\frac{\sigma'_p}{\sigma'_o} \right) \quad (7.43)$$

Cuya forma particular depende de la condición de la capa compresible normalmente consolidada o sobreconsolidada.

CONDICIÓN NORMALMENTE CONSOLIDADA

En este caso solo ocurre compresión virgen; por lo tanto, el cambio en la relación de vacíos por un incremento de esfuerzo vertical $\Delta \sigma'$ se puede expresar como:

$$\Delta e = C_c \cdot \log \left(\frac{\sigma'_o + \Delta \sigma'}{\sigma'_o} \right) \quad (7.44)$$

Para el caso en que $\sigma'_0 + \Delta \sigma' \geq \sigma'_p$, el suelo sufre recompresión y compresión virgen; los cambios correspondientes en la relación de vacíos son: desde la condición original in situ (σ'_0, e_0) hasta σ'_p , y desde σ'_p , hasta la condición final (σ'_f, e_f)

Las ecuaciones para estos cambios son los siguientes:

$$\Delta e_1 = C_r \cdot \log \left(\frac{\sigma'_p}{\sigma'_0} \right) \quad (7.47)$$

$$\Delta e_2 = C_c \cdot \log \left(\frac{\sigma'_0 + \Delta \sigma'}{\sigma'_p} \right) \quad (7.48)$$

El cambio total en la relación de vacíos será $\Delta e = \Delta e_1 + \Delta e_2$, por lo tanto, la ecuación para el cálculo de asentamientos será:

$$\Delta H = \frac{H}{1+e_0} \cdot \left(C_r \cdot \log \frac{\sigma'_p}{\sigma'_0} + C_c \cdot \log \frac{\sigma'_0 + \Delta \sigma'}{\sigma'_p} \right) \quad (7.48)$$

7.3.6. CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS (CURVA DE COMPRESIBILIDAD DE CAMPO - MÉTODO DE SCHMERTMANN)

Se procederá a calcular el asentamiento para una Edificación de 3 niveles, tomándose los parámetros

CALCULO DE ASENTAMIENTOS PARA EDIFICACIÓN DE 3 NIVELES / ZAPATA Z-5

ASENTAMIENTO CON LOS DATOS DE LA CALICATA N° 07:

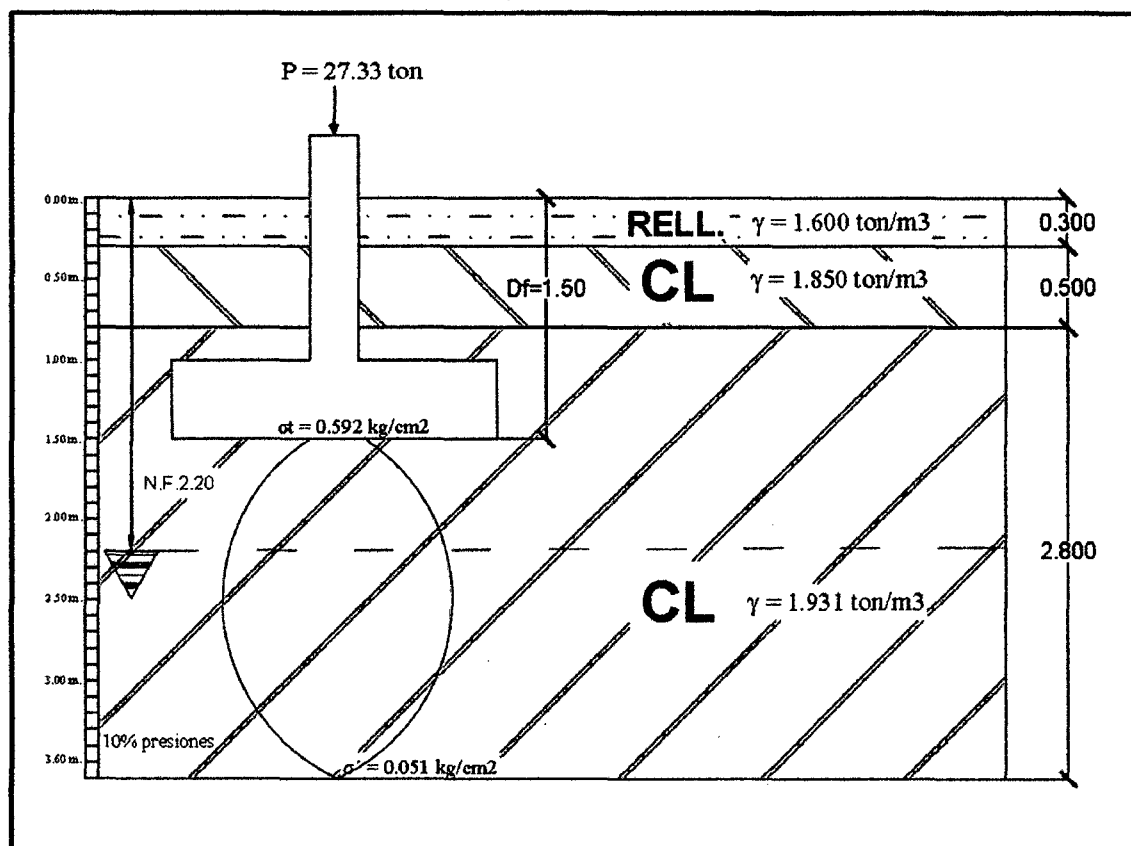
1. Dimensiones de la Zapata: $L = 2.10 \text{ m.}$; $A = 2.00 \text{ m.}$
2. Cálculo de presiones y esfuerzos del terreno:

$$p_0 = 0.278 \text{ kg/cm}^2$$

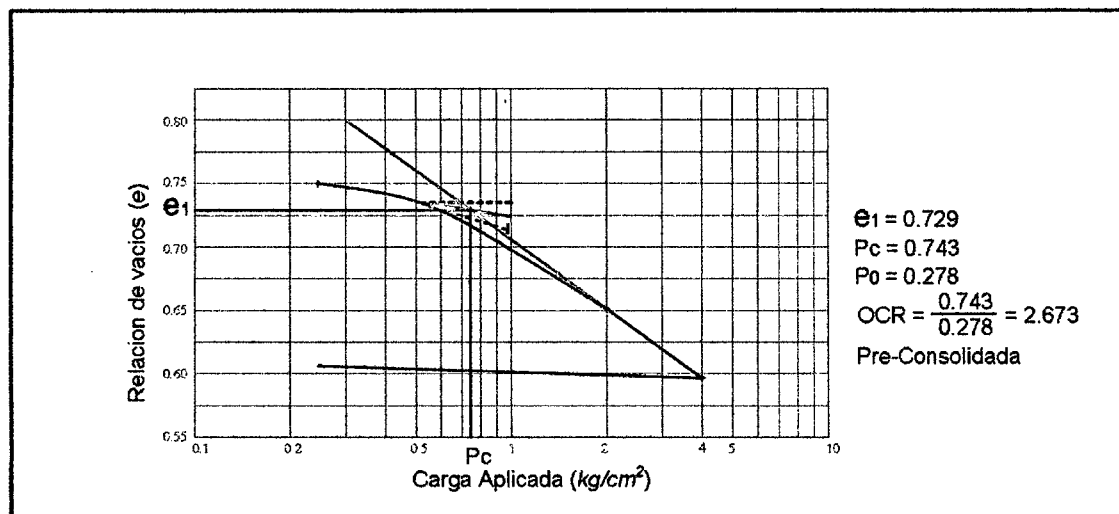
$$p = 0.548 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_t = 0.592 \text{ kg/cm}^2$$

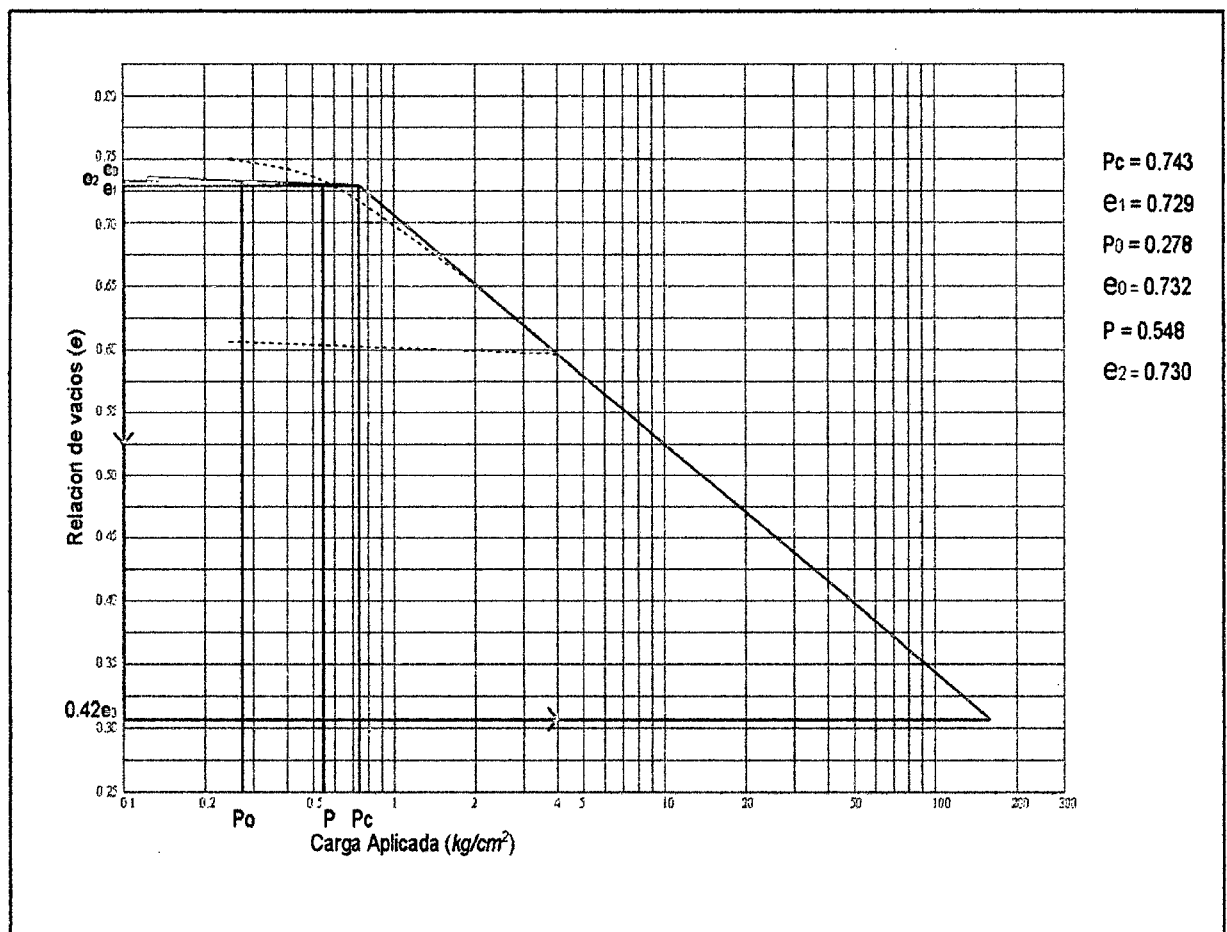
$$\sigma_z = 0.051 \text{ kg/cm}^2$$



3. Cálculo del P_c (carga de pre consolidación) , según Método de Casagrande:



4. Cálculo del Asentamiento , según Método de Schmertmann:



5. Cálculo del Asentamiento:

$$\begin{array}{llll}
 P_c = & 0.743 & e_1 = & 0.729 & 0.42 \cdot e_0 = & 0.307 \\
 P_0 = & 0.278 & e_0 = & 0.732 & & \\
 \Delta P = & 0.270 & & & & \\
 P_0 + \Delta P = & 0.548 & e_2 = & \boxed{0.730} & H = & 420 \text{ cm.}
 \end{array}$$

Indice de Recompresión

$$C_r = \frac{e_1 - e_0}{\log\left(\frac{P_c}{P_0}\right)} \quad C_r = 0.007$$

Asentamiento

$$\Delta H = \frac{C_r}{1 + e_0} \cdot \log\left(\frac{P_0 + \Delta P}{P_0}\right) \cdot H \quad \Delta H = \boxed{0.50} \text{ cm.}$$

ASENTAMIENTO CON LOS DATOS DE LA CALICATA N° 03:

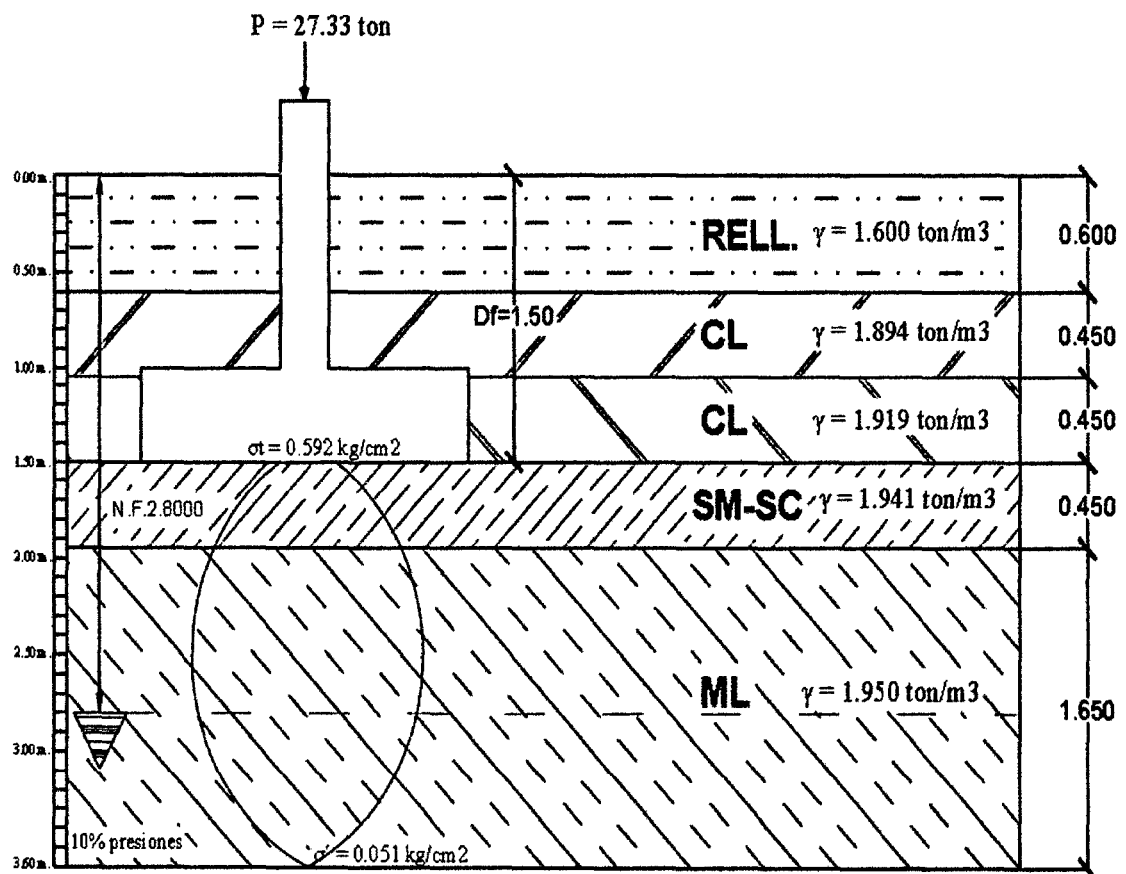
1. Dimensiones de la Zapata: $L = 2.10 \text{ m.}$; $A = 2.00 \text{ m.}$
2. Cálculo de presiones y esfuerzos del terreno:

$$p_0 = 0.268 \text{ kg/cm}^2$$

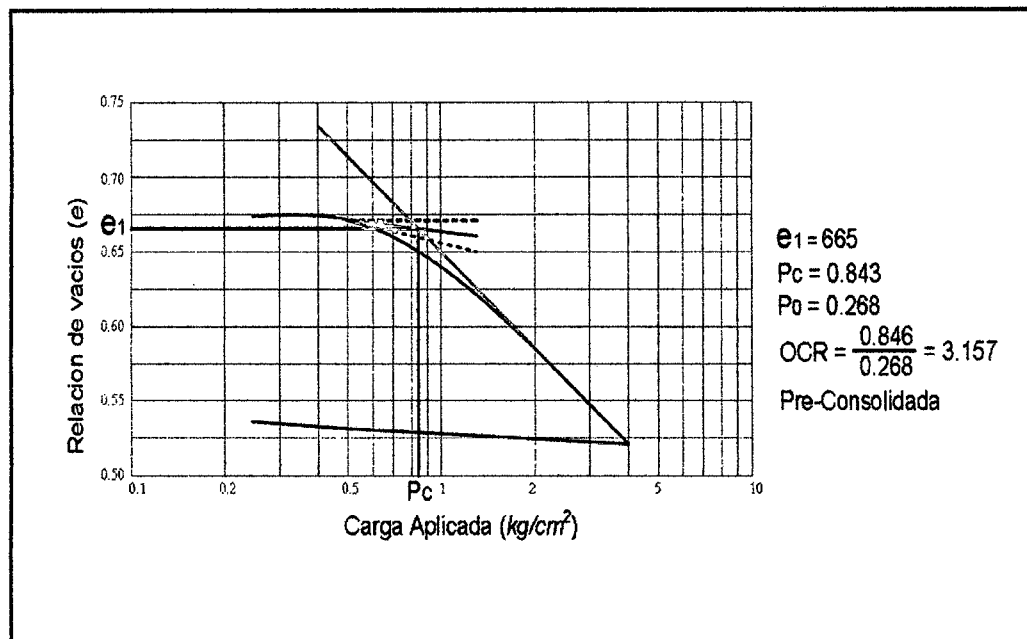
$$p = 0.579 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_t = 0.592 \text{ kg/cm}^2$$

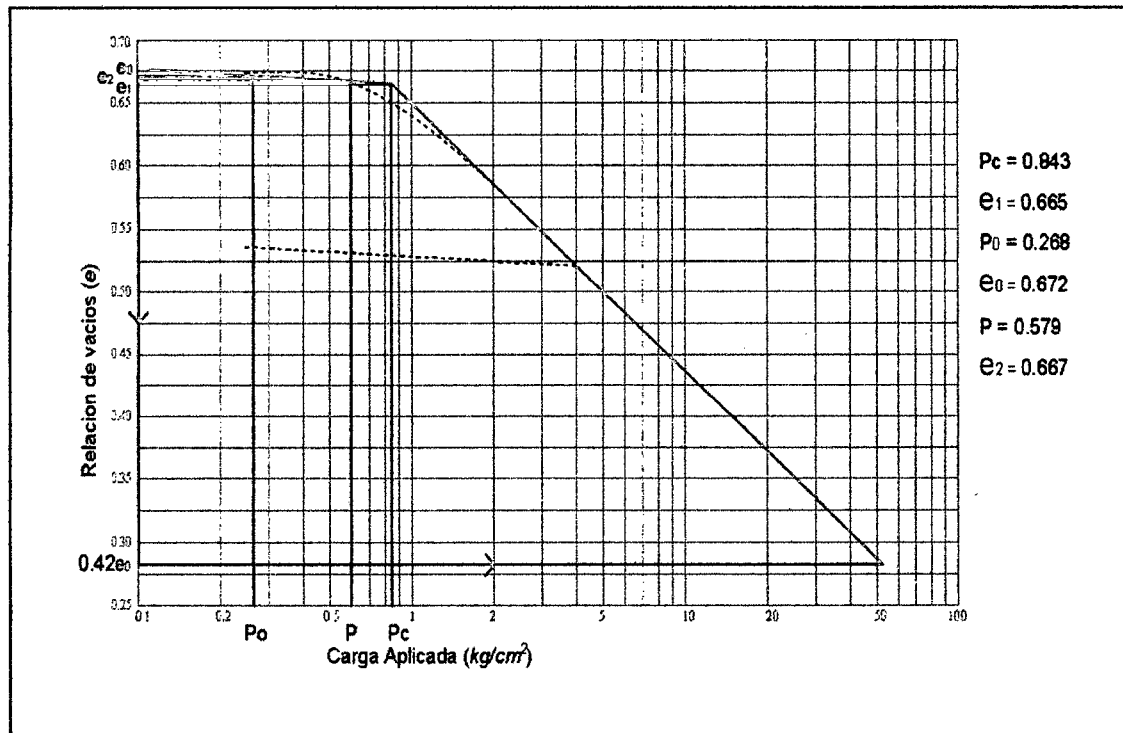
$$\sigma_z = 0.051 \text{ kg/cm}^2$$



Calculo del P_c (carga de pre consolidación) , según Método de Casagrande:



3. Cálculo del Asentamiento , según Método de Schmertmann:



4. Cálculo del Asentamiento:

$P_c =$	0.843	$e_1 =$	0.665	$0.42 \cdot e_0 =$	0.282
$P_0 =$	0.268	$e_0 =$	0.672		
$\Delta P =$	0.311				
$P_0 + \Delta P =$	0.579	$e_2 =$	0.667	$H =$	420 cm.

Índice de Recompresión

$$C_r = \frac{e_1 - e_0}{\log\left(\frac{P_c}{P_0}\right)}$$

$C_r =$ **0.014**

Asentamiento

$$\Delta H = \frac{C_r}{1 + e_0} \cdot \log\left(\frac{P_0 + \Delta P}{P_0}\right) \cdot H$$

$\Delta H =$ **1.18** **cm.**

ASENTAMIENTO CON LOS DATOS DE LA CALICATA N° 13

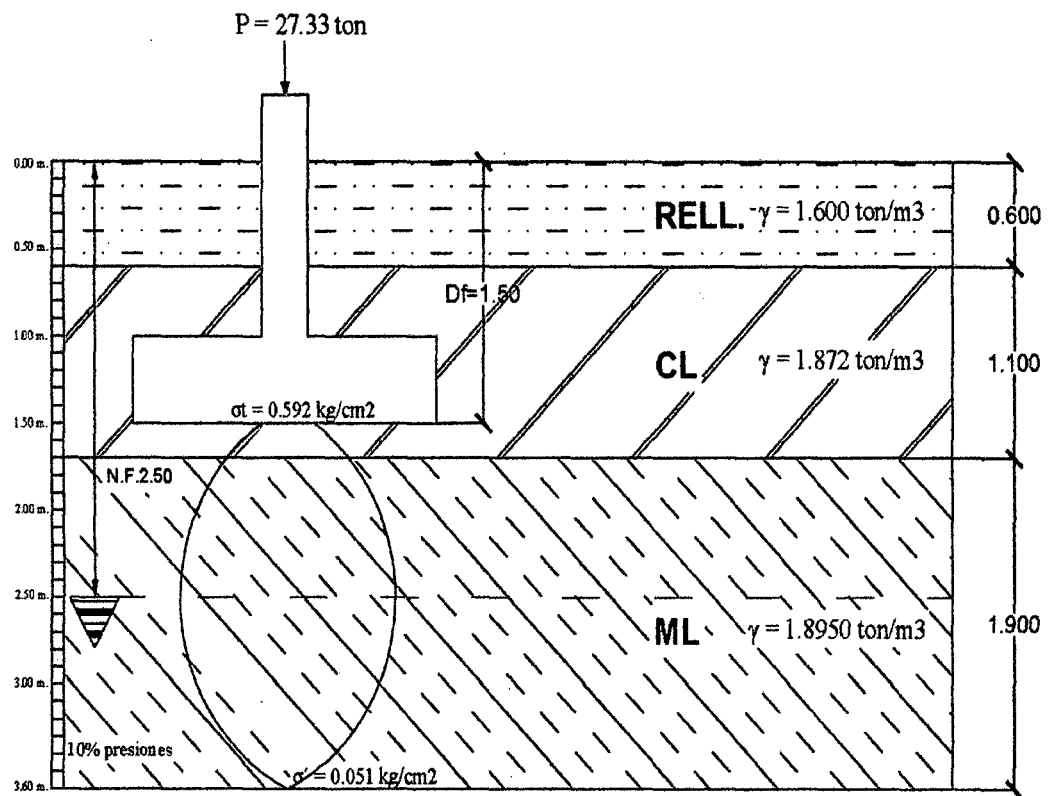
1. Dimensiones de la Zapata: $L = 2.10$ m.; $A = 2.00$ m.
2. Cálculo de presiones y esfuerzos del terreno:

$$p_0 = 0.268 \text{ kg/cm}^2$$

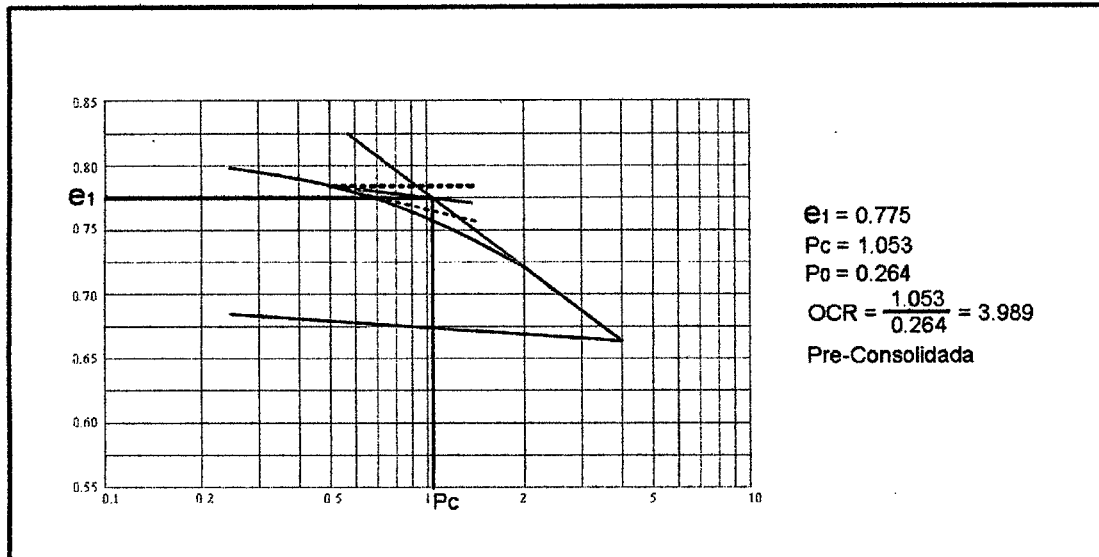
$$p = 0.579 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_t = 0.592 \text{ kg/cm}^2$$

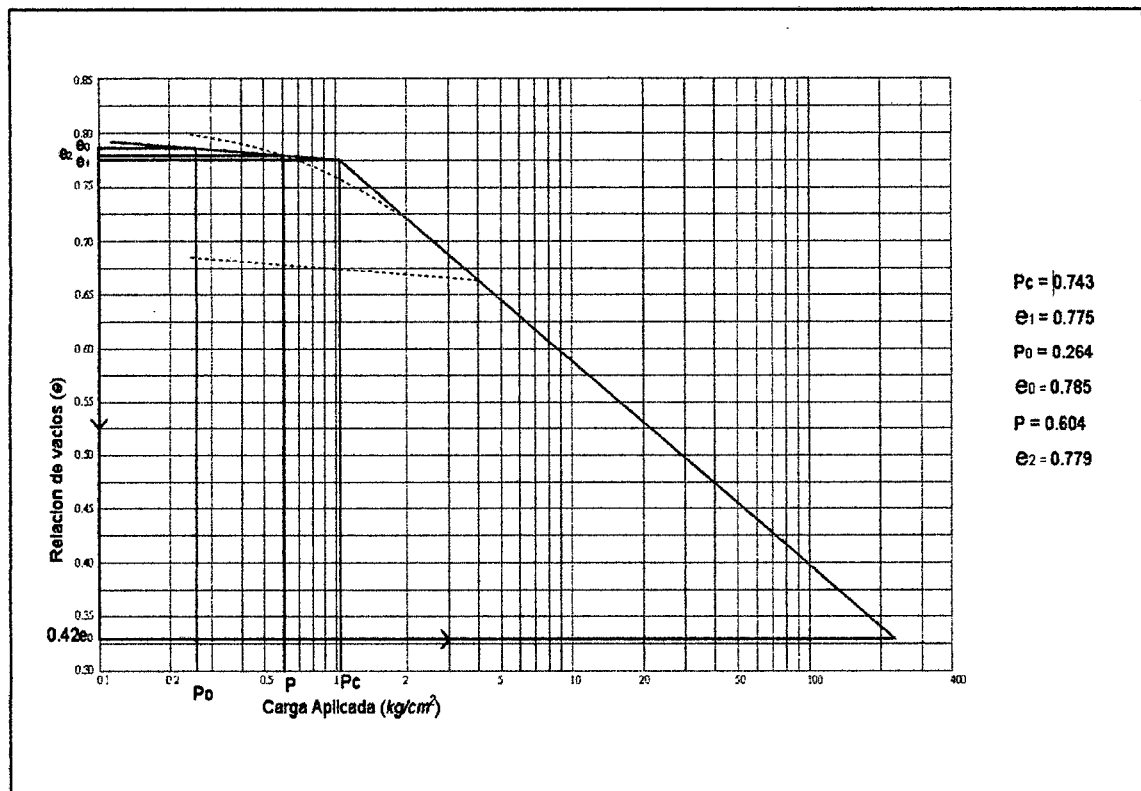
$$\sigma_z = 0.051 \text{ kg/cm}^2$$



3. Cálculo del P_c (carga de pre consolidación) , según Método de Casagrande:



4. Cálculo del Asentamiento , según Método de Schmertmann:



5. Cálculo del Asentamiento:

$$\begin{array}{llll}
 P_c = & \mathbf{0.843} & e_1 = & \mathbf{0.665} & 0.42 \cdot e_0 = & \mathbf{0.282} \\
 P_0 = & \mathbf{0.268} & e_0 = & \mathbf{0.672} & & \\
 \Delta P = & \mathbf{0.311} & & & & \\
 P_0 + \Delta P = & \mathbf{0.579} & e_2 = & \mathbf{0.667} & H = & \mathbf{420 \text{ cm.}}
 \end{array}$$

Indice de Recompresión

$$C_r = \frac{e_1 - e_0}{\log\left(\frac{P_c}{P_0}\right)} \quad C_r = \mathbf{0.014}$$

Asentamiento

$$\Delta H = \frac{C_r}{1 + e_0} \cdot \log\left(\frac{P_0 + \Delta P}{P_0}\right) \cdot H \quad \Delta H = \mathbf{1.18 \text{ cm.}}$$

7.3.7. ASENTAMIENTOS TOLERABLES

Los asentamientos máximos permisibles de acuerdo al tipo de edificación se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 7.2 Asentamientos admisibles, Según Sowers, 1962.

Tipo de Movimiento máximo	Factor limitativo	Asentamiento
Asentamiento total	Drenaje	6-12 plg.
	Acceso	12-24 plg.
	Probabilidad de asentamiento no uniforme	
	Estructuras con muros de mampostería	1-2 plg.
	Estructuras reticulares	2-4 plg.
Inclinación o giro el ancho	Chimeneas, silos, placas	3-12 plg.
	Estabilidad frente al vuelco	Depende de la altura y
	Inclinación de chimeneas, torres	0.004 ℓ
	Rodadura de camiones, etc.	0.01 ℓ
	Almacenamiento de mercancías	0.01 ℓ
	Funcionamiento de máquinas-telares de algodón	0.003 ℓ
	Funcionamiento de máquinas-turbogeneradores	0.0002 ℓ
	Carriles de grúas	0.003 ℓ
	Drenaje de soleras	0.01-0.02 ℓ
	Muros de ladrillo continuos y elevados	0.0005-0.001 ℓ
Asentamiento diferencial	Factoría de una planta, fisuración de muros de ladrillo	0.001-0.002 ℓ
	Fisuración de revocos (yeso)	0.001 ℓ
	Pórticos de concreto armado	0.0025-0.004 ℓ
	Pantallas de concreto armado	0.003 ℓ
	Pórticos metálicos continuos	0.002 ℓ
	Pórticos metálicos sencillos	0.005 ℓ

Según Sowers, 1962

Nota. ℓ = distancia entre columnas adyacentes con asentamientos diferentes o entre dos puntos cualesquiera con asentamiento diferencial. Los valores más elevados son para asentamientos homogéneos y estructuras más tolerantes. Los valores inferiores corresponden a asentamientos irregulares y estructuras delicadas

Fuente "Diseño de cimentaciones" Autor, Dr. Jorge Alva Hurtado Pág.77.

Editora ICG.

Tabla 7.3 Asentamientos admisibles, Según Skempton y MacDonald

Criterio	Suelo	Cimientos aislados (cm)	Plateas (cm)
Máximo asentamiento diferencial	Arenas	3	3
	Arcillas	4.5	4.5
Máximo asentamiento	Arenas	5	5 a 7.5
	Arcillas	7.5	7.5 a 12.5

Fuente Libro: "Ingeniería Geotécnica" Autor: William Rodríguez Serquen"

Edición.2013 Pág.6

CAPÍTULO VIII

8. DISEÑO DE CIMENTACIONES

8.1. ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN

Las cargas sobre las estructuras y su peso propio se pueden concebir en el diseño como un conjunto de fuerzas que es siempre necesario transmitir o trasladar a una zona de los mantos de suelo o roca, que resultara afectada por los cambios de esfuerzo, y cuya respuesta es determinante principal de la estabilidad y el funcionamiento de las obras.

Esto se logra por medio de un sistema de soporte, integrado por un elemento estructural de transición y el suelo portante, que son interactuantes. Es necesario, entonces que para la selección y dicho sistema de soporte se deben aplicar criterios de seguridad y confiabilidad similares a los pertenecientes al diseño de la súper estructura, como garantía de que las obras van hacer estables seguras y funcionales durante su vida útil.

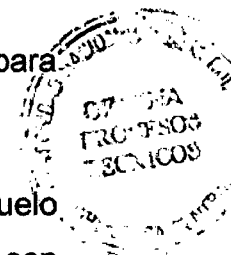
Con cierta frecuencia los términos cimentación o fundación se usan para identificar el solo elemento estructural del mencionado sistema de soporte, pero, al considerar la decisiva incidencia del suelo portante en el comportamiento de la estructura , se aprecia que tales términos no consideran debidamente la trascendencia de la respuesta de dicho suelo portante para los propósitos de la ingeniería geotécnica y de fundaciones parece conveniente asignarle a los términos fundación o cimentación un significado más amplio , en el sentido de que cubije toda parte de la obra que soporta la estructura y la acción de las cargas. Es decir que no solo deben de referirse a los elementos estructurales de transmisión de cargas al suelo, sino también a la zona del terreno cuyo comportamiento resulta afectado por las cargas. Para dar claridad y precisión a la nomenclatura en forma coherente con lo dicho, se podría distinguir cimientto de cimentación, cimientto seria, entonces la parte estructural de una cimentación, diseñada para servir como elemento de transición entre la súper estructura y el suelo

portante y para adecuar la acción de las cargas a formas tolerables para los mantos portantes del suelo.

Es posible imaginar que a las cargas se trasladan de la estructura al suelo al atravesar el contacto entre dos medio cuyas propiedades mecánicas son casi siempre, drásticamente diferentes. Para lograr las condiciones compatibles en los esfuerzos y deformaciones, se requiere diseñar el cimiento o elemento de transición en función de las propiedades de ambos medios.

El apoyo directo de una estructura rígida sobre el suelo producirá deformaciones excesivas, probablemente intolerantes para la estructura, al generar su posible falla o menoscabar su utilidad. Para mantener tal estructura en servicio, sería necesario de disponer de un elemento intermedio, capaz de amortiguar las posibles deformaciones. Los cimientos realizan esta función vital, siempre que se busque el tipo más conveniente apropiado para cada combinación particular estructura -suelo, y se diseñen aplicando criterios de correcta ubicación y estabilidad, y de conveniencias constructivas y económicas.

Para determinar la capacidad de carga de un sistema cimiento - suelo, en forma similar a la de cualquier estructura, deben de acogerse con normas la relativa seguridad ante la falla y la previsión de las deformaciones tolerables. Por ejemplo una carga de magnitud no peligrosa colocada sobre una viga puede producir deflexiones que afectarían su buen desempeño sin importar que dicha estructura fuera suficientemente segura respecto a una falla completa. Para que cumpla cabalmente su función, debe diseñarse con suficiente rigidez para que la deflexión no ocasione deterioros o fallas en los elementos soportados por la viga, y al mismo tiempo con el margen necesario de resistencia, para que no exista riesgo de colapso. En forma parecida, cierto intervalo de sollicitación por cargas sobre una determinada fundación puede producir asentamientos nocivos para la superestructura, así el suelo portante este en capacidad de resistir cargas muchos mayores sin peligro de falla.



Sin embargo, la completa eliminación de los asentamientos no es un objetivo necesario ni práctico en el diseño de fundaciones. Más bien sería justo afirmar que una función esencial de la fundación es la de evitar que los asentamientos superen los límites tolerables, fijado al considerar las condiciones de funcionalidad de la estructura y los factores estructurales, estéticos y psicológicos.

En ocasiones se selecciona un tipo de fundación por su conveniencia desde los puntos de vista de la economía y procedimiento constructivo no obstante que funcionalmente hubiera sido acertado elegir otro tipo de cimentación. En estos casos, es necesario descartar soluciones técnicamente atractivas que puedan ser poco prácticas de construir.

La forma de aplicar los principios teóricos a la solución de los problemas de ingeniería geotécnica y de fundaciones es especial característica de esta área, debido a que las deducciones matemáticas en las teorías y los resultados experimentales no pueden aplicarse al diseño si un riguroso examen de su validez. Las soluciones que dan las teorías para condiciones reales del terreno, notablemente complejas. Como consecuencia de ello, los resultados de los cálculos pueden poseer la precisión esperada e, incluso, llegar a construir simple estimaciones u órdenes de magnitud que conservan apenas el valor de indicadores de las condiciones límites probables. Es conveniente mencionar, además, que es peligroso ceder a la sensación de aparente exactitud que dan las soluciones computarizadas.

Cuando existan motivos de estabilidad o económicos para mejorar la exactitud del análisis no debe perderse de vista que ello puede requerir, entre otras acciones.

1. Programar investigaciones detalladas del subsuelo para verificar o medir con mayor precisión certidumbre los parámetros de diseño.
2. Cambiar el enfoque de los análisis.
3. Realizar verificaciones por métodos alternativos.

4. Calibrar los parámetros y los modelos de análisis por medio de mediciones de obra.
5. Efectuar comparaciones con obras civiles similares construidas con éxito.

Todos los anteriores conceptos deben de tenerse muy presentes al adoptar decisiones de diseño y formular las acciones conducentes a su verificación y control de obra .un progreso efectivo en los conocimientos requiere, además del dominio de las disciplinas básicas, cierto desarrollo de la habilidad, el criterio y la experiencia, que se logra mediante la practica en la solución de problemas reales.

8.1.1. PROBLEMAS GENERALES DE LAS CIMENTACIONES

Como se dijo, el comportamiento del terreno o suelo portante frecuentemente controla el de la fundación. Todos los terrenos portantes, excepto los mantos excepcionalmente duros o compactos, o los rocosos de excelente calidad, son compresibles, es decir son susceptibles a sufrir bajo l acción de las cargas que se les aplican deformaciones apreciables. Estas deformaciones deben ser tafos que durante la construcción de una obra, o al producirse la aplicación de las sobrecargas de servicio, los asentamientos o desnivelaciones del soporte que se produzcan no sean de magnitud nociva a la estabilidad de la obra ni puedan deteriorar su utilidad.

Los terrenos de fundación se componen a veces de capas heterogéneas que pueden dar lugar a asentamientos diferenciales, igualmente nocivos .estas capas están a veces inclinadas, circunstancia que puede originar deslizamiento del terreno bajo la acción de las cargas impuestas por la obra.

El agua del terreno incide de muchas maneras en el comportamiento de las fundaciones. Por ejemplo, puede generar subpresiones que requieren consideración en el cálculo de la estabilidad de la obra. La acción erosiva de las corrientes de agua puede desestabilizar los mantos portantes.

Para que una fundación funcione satisfactoriamente bajo la acción desfavorable de combinaciones de las condiciones descritas, es necesario, después de determinar un tipo adecuado, seleccionar un nivel estudiado de la base de fundación o, aun, buscar un manto portante competente. No debe olvidarse, sin embargo, que la profundización de la fundación hace más delicado los procesos constructivos y su proyecto, y pueden resultar realmente difíciles si se encuentran capas acuíferas subterráneas o suelos inestables bajo el nivel freático. En forma consecuente, aumentarán los costos y plazos de ejecución. Las obras de fundación son aún más difíciles cuando se requieren ejecutarlas bajo el nivel de cuerpos de aguas (ríos, lagos o mares).

El estudio de los procedimientos de construcción en cada caso requiere buscar una solución satisfactoria desde el punto de vista técnico pero de costo admisible, lo que puede llegar a ser complejo y delicado.

8.1.2. TIPOS DE CIMENTACIONES EN EDIFICACIONES.

El terreno portante puede concebirse como la capa o conjunto de capas del suelo subyacente que reciben en forma primordial la acción de las cargas de la estructura por medio de los cimientos. Su correcta selección es un requisito primario para lograr un satisfactorio comportamiento de la fundación, y su ubicación en profundidad es controlante de su funcionamiento y diseño. Los conceptos aquí tratados son útiles en la fase de búsqueda de soluciones de fundación y su predimensionamiento. La selección final y el diseño requieren el uso de métodos analíticos tratados en este capítulo dedicados a la capacidad portante y los asentamientos de las fundaciones.

Es costumbre que de acuerdo con la posición del terreno portante, clasificar las cimentaciones en superficiales, compensadas y profundas. Esta clasificación aplicada en la práctica pueden resultar convencional, debido a los criterios de diferenciación no pueden hacerse suficientemente precisos y generales como para que no se presenten

casos ambiguos. Es natural que no sea factible definir una frontera estricta de delimitación.

8.1.2.1. CIMENTACIONES SUPERFICIALES

Cuando el terreno o manto portante se encuentra a una profundidad relativamente limitada, es con frecuencia factible llegar a él por medio de una excavación a cielo abierto y soportar la estructura a ese nivel usando una fundación superficial. A no ser que medien dificultades especiales para excavar, se considera como profundidad limite aquella que no excede de dos a tres veces el ancho del cimiento.

Los tipos más ampliamente utilizados de las fundaciones superficiales son Figura 8.1.

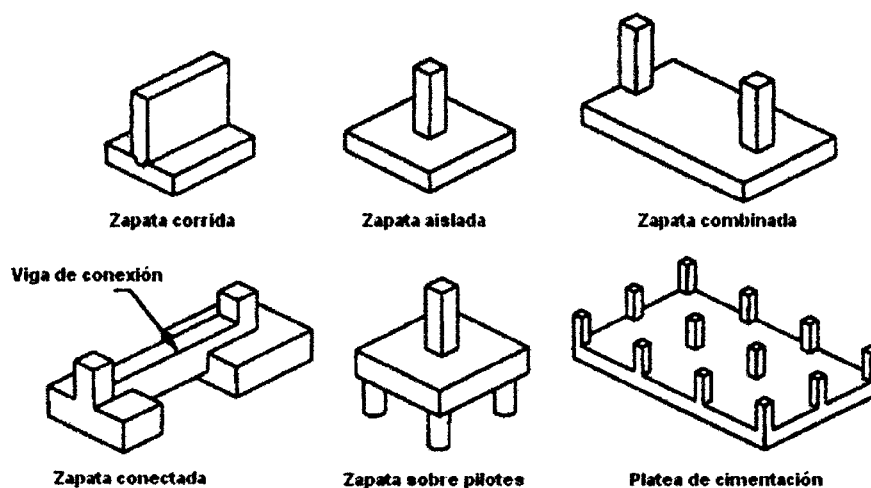


Figura 8.1 Tipos de Cimentaciones

ZAPATAS AISLADAS

Son elementos de soportes de las columnas .de acuerdo con las necesidades se disertan con formas geométricas sencillas y simétricas, entre ellas, la cuadrada es la más simple y preferible. Conforman una especie de extensión inferior ensanchada de la columna. Se vinculan estructuralmente al extremo inferior de ella para transmitir al terreno portante las cargas de la estructura, sobre un área suficientemente

ZAPATAS COMBINADAS

Se requiere a veces proyectar cimientos combinados o compuestos, en las que los diversos elementos de forma geométrica simple se combinan según las necesidades de la obra y de acuerdo con el criterio del ingeniero para aprovechar el suelo en la mejor forma posible (Figura 8.3). Las consideraciones de los factores estructurales y las características del terreno, propio de cada problema en un sitio dado, permiten llegar a las alternativas técnicas y económicas más ventajosas.

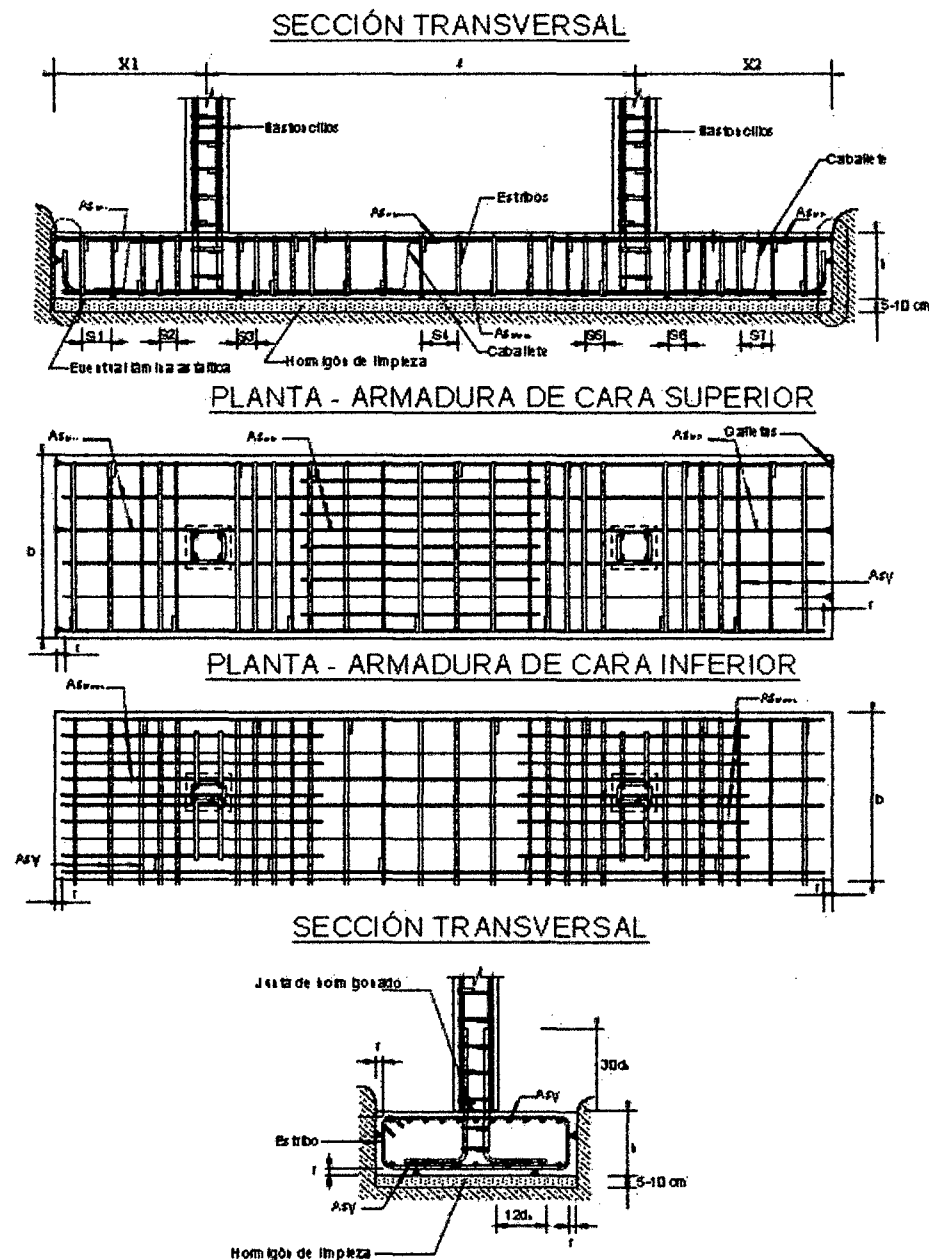
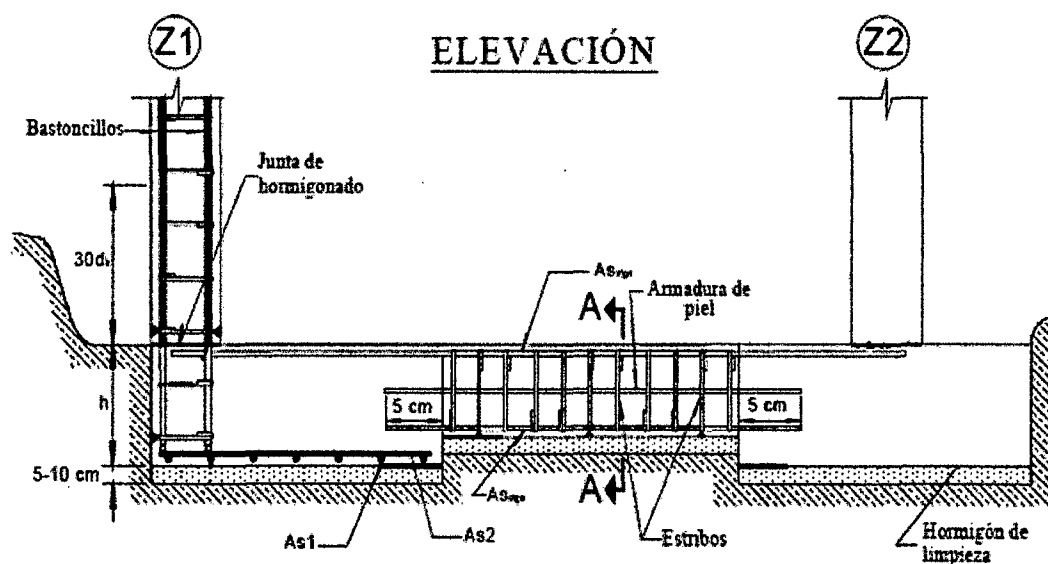


Figura 8.3 Zapata combinada

ZAPATAS CONECTADAS

La zapata combinada es una solución alternativa a la zapata combinada para el caso de columnas en límite de propiedad. Se emplea mucho porque usualmente tiene un menor costo que la zapata combinada.

En el caso de cimentaciones para columnas perimetrales colindantes con los límites de propiedad, se usa frecuentemente una viga de conexión que la une a otras interiores, con esto se logra que la zapata exterior tenga presiones constantes sobre el terreno (Figura 8.4). Estructuralmente se tiene dos zapatas aisladas, siendo una de ellas excéntrica, la que está en el límite de propiedad, y diseñado bajo la condición de presión uniforme del suelo. En esta situación se genera un momento de flexión importante por la carga de la columna y la resultante de las presiones del suelo no coinciden este momento es resistido por una viga de conexión que une las dos columnas que forma la zapata conectada.



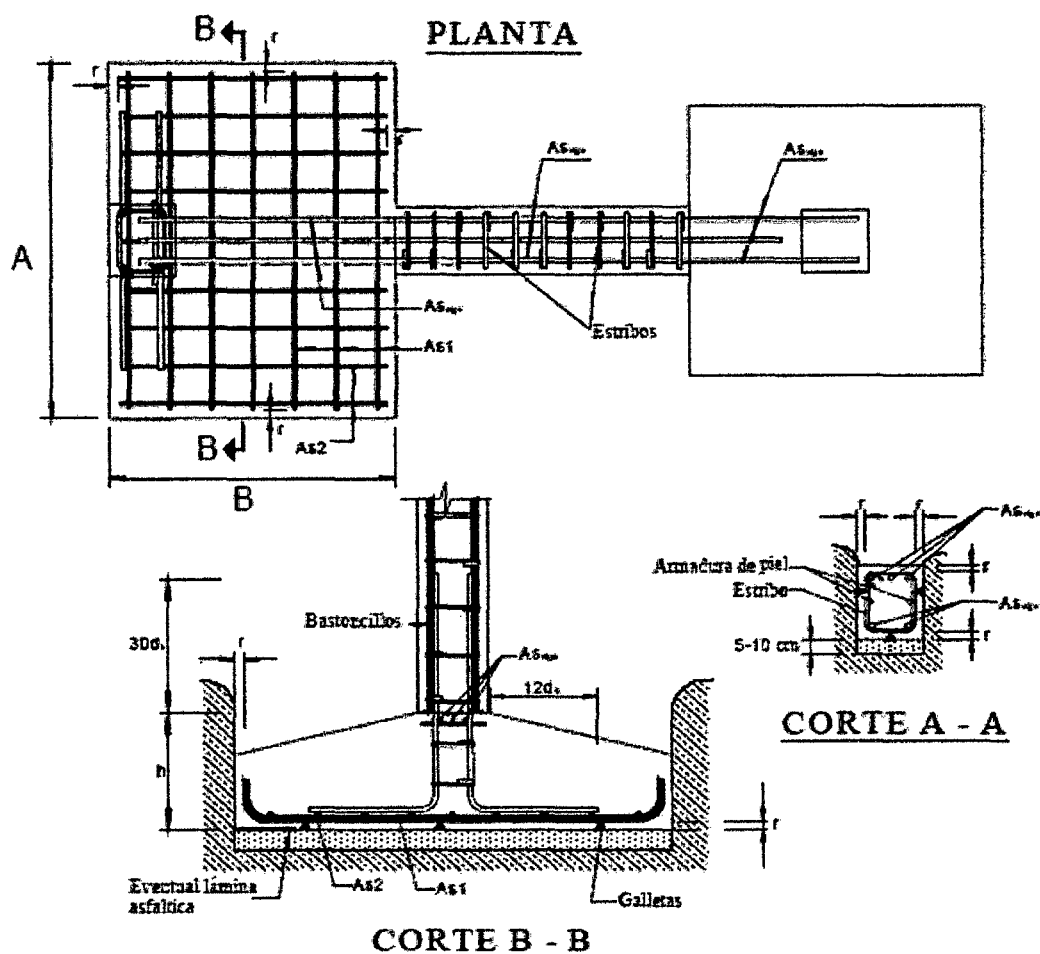


Figura 8.4 Zapatas Conectadas

ZAPATAS CONTINUÚAS

Son elementos análogos a los anteriores, en los que la longitud es mucho mayor que el ancho. su uso obvio es para cargas lineales, como muros de carga, o para columnas en línea con un espaciamiento tal que las áreas requeridas para cimientos aislados quedarían casi pegados (Figura 8.5). En general se busca integrar en un cimiento único la fundación para varios elementos estructurales, por aspectos de potencial traslapes de áreas portantes. control de asentamientos diferenciales. rigidizarían estructural. efecto puente sobre zonas débiles de subsuelo y convenciones constructivas y económicas.

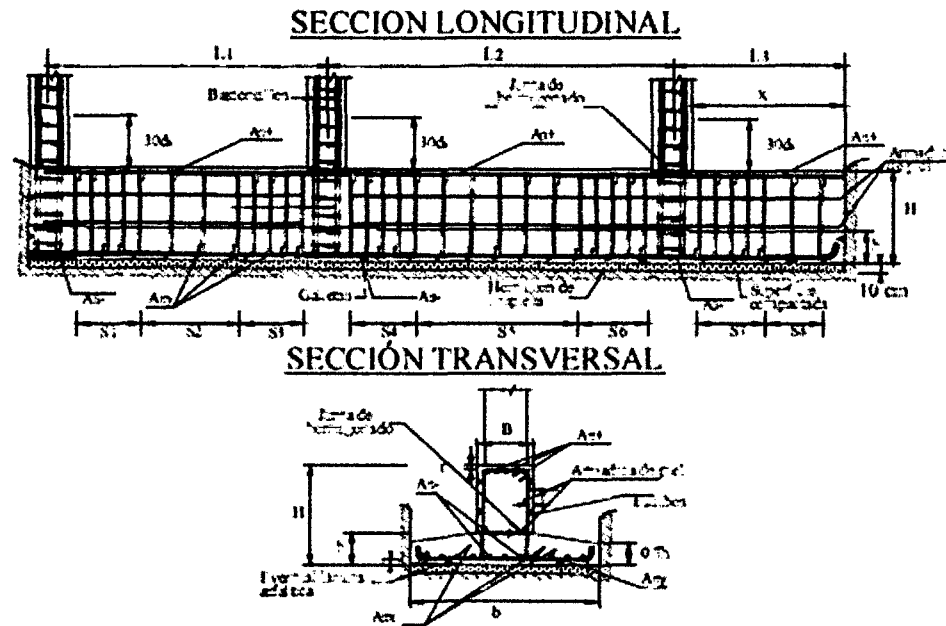


Figura 8.5 Zapatas Conectadas

PLATEAS O LOSAS DE CIMENTACIÓN

Consiste en una estructura única de fundación de tipo placa, para todos los elementos de soporte de una estructura. Pueden llegar a ocupar superficies iguales o aún mayores que la proyección horizontal que la superestructura, y conforman verdaderas infraestructuras continuas de fundación (Figura 8.6).

Suelen recibir nombres tales como losas de fundación, placas corridas o plateas. Son apropiadas para controlar asentamientos diferenciales en muy variadas situaciones de carga, disposición estructural y condiciones del suelo portante.

La utilización de plateas de cimentación resulta apropiada en edificios ubicados principalmente en terrenos de baja capacidad portante, en el cual la suma de las áreas de las zapatas que serían necesarias para transmitir la carga de la estructura del suelo, sobrepasa el 75% del área total a cimentar.

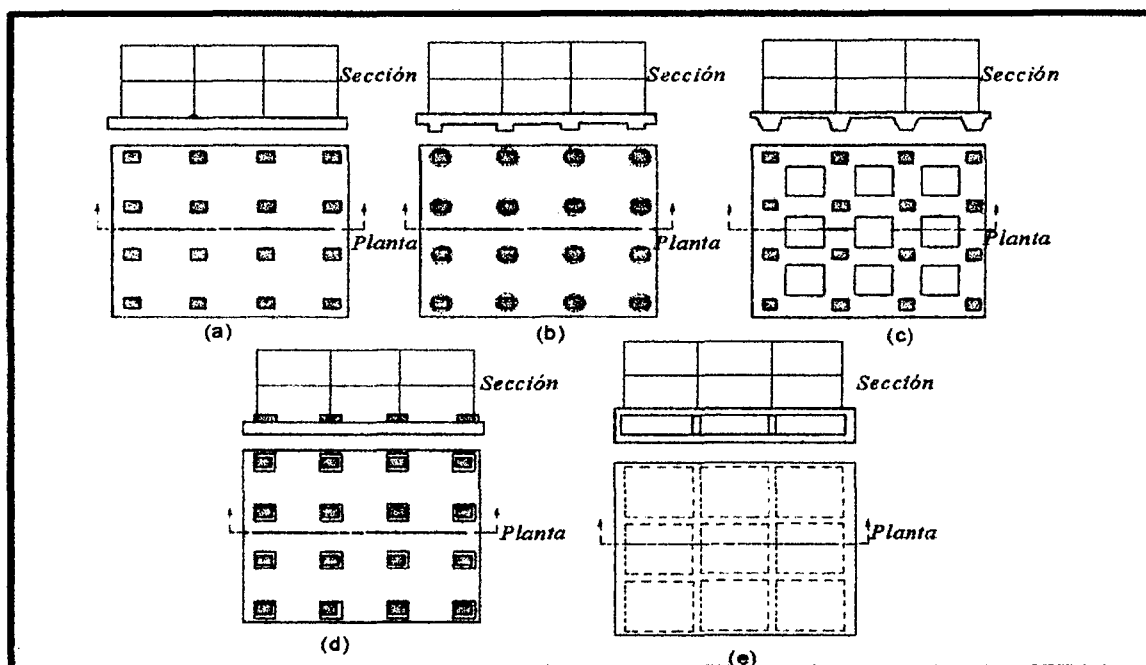


Figura 8.6 Plateas de Cimentación.

Se ofrece una descripción general de estas fundaciones que permita captar sus diferencias con las fundaciones superficiales, así como la necesidad de su empleo. Se originan naturalmente en la necesidad técnica y económica de trasladar las cargas de las estructuras a mantos profundos competentes a través de secuencias estratigráficas débiles y compresibles, no aptas para soportar directamente elementos de fundación. Las fundaciones profundas constituyen un amplio conjunto de soluciones estructurales y métodos constructivos, a los que se tiene que recurrir cuando la profundidad necesaria, conjuntamente con los problemas asociados a la estabilidad y control de agua, se vuelve excesiva o compleja para realizar una excavación convencional a cielo abierto hasta el manto portante. Las exigencias de equipo, habilidad experiencia para su construcción se ha convertido en una su especialización dentro de la ingeniería de las fundaciones y geotecnia.

El mecanismo de trabajo más común consiste en un elemento estructural a compresión: columnas, cilindro hueco o caja, que transmiten fuerzas desde la base de los elementos de soporte de las estructuras hasta mantos competentes del suelo, seleccionados como mantos portantes.

8.2. CAPACIDAD DE CARGAS EN SUELOS.

Para determinar la capacidad de carga de los suelos se han realizado muchos estudios teóricos experimentales, teniendo su base e hipótesis simplificadas del comportamiento de los suelos, Prandtl compara al suelo con un sólido rígido en un medio continuo semi infinito, homogéneo e isótropo bajo condiciones de deformación plana, cuya solución se desarrolla dentro de la teoría de plasticidad.

La capacidad de carga de los suelos, es la carga que se puede resistir este sin que se vea comprometida su estabilidad, se le denomina también capacidad de carga última de carga o capacidad portante, su determinación es importante ya que nos permite proyectar una cimentación adecuada, basada en datos racionales y confiables.

8.3. MÉTODO PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS

El cálculo de la capacidad de carga de un suelo para una cimentación depende no solamente de las propiedades del suelo sino también de las dimensiones, la forma y la profundidad de la cimentación.

Para determinar la capacidad de carga existen tres métodos.

- MÉTODO EMPÍRICO

1. Uso de tablas
2. Códigos reglamentos de construcción
3. Ensayos de carga directa

- MÉTODO SEMI-EMPÍRICOS

1. Penetrómetro

- MÉTODO ANALÍTICOS

1. Método de Terzaghi

2. Método de Prantl
3. Teoría de Meyerhof
4. Teoría de Peck
5. Teoría de Skempton
6. Teoría de la Resistencia

8.3.1. TEORÍA DE TERZAGHI

Esta teoría cubre el caso más general de suelos cohesivos y friccionantes utilizándose especialmente en el caso de cimientos pocos profundos $B \approx D_f$

El doctor Terzaghi al desarrollar su teoría, desprecia la resistencia al esfuerzo cortante del suelo que se encuentra arriba del nivel de desplante del cimiento, considerándola de dicho nivel hacia abajo. El terreno sobre la base del cimiento se supone que solo produce un efecto que puede representarse por una sobrecarga $q = \gamma \times D_f$ actuante en el plano horizontal, que pasa por la base del cimiento.

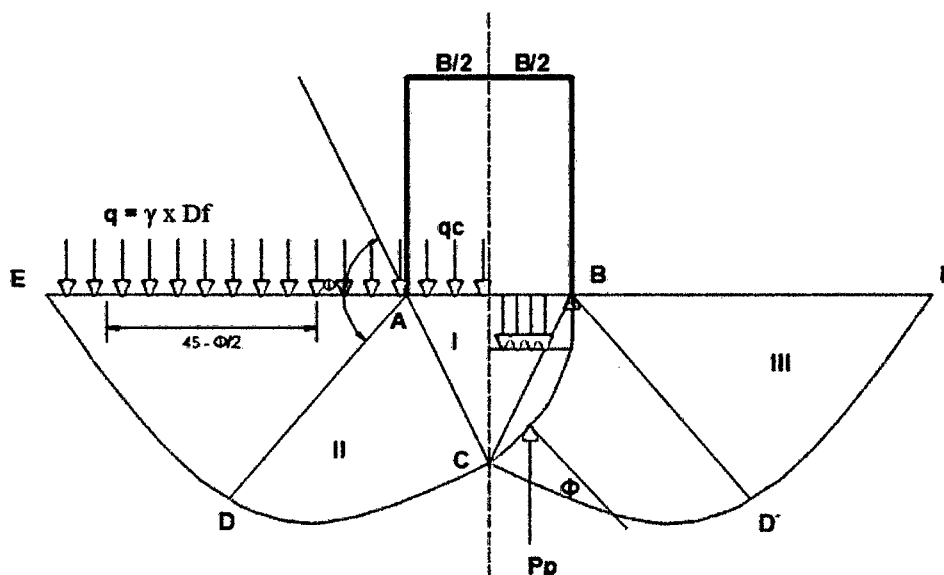


Figura 8.8 Modelo de falla. Terzaghi, 1943.

La solución de Terzaghi asume el mecanismo de falla de la Figura 8.8, en la que existen tres zonas con movimientos diferentes bajo y alrededor de la aplicación de carga.

ZONA I

Que es la que se encuentra inmediatamente debajo del cimient, teniendo forma de cuña y se mueve como cuerpo rígido con el cimient, verticalmente hacia abajo cuando la presión de los lados inclinados AC y BC alcance la presión pasiva del suelo adyacente.

ZONA II

Denominada zona de corte radial, es una zona de folla y las grandes deformaciones que se presentan en ellas provocan un levantamiento de la zona III, la cual trata de resistir a mucho levantamiento. Se llama también zona de equilibrio plástico radial. La frontera AC, forman un ángulo \emptyset con la horizontal cuando la base del cimient es rugosa y de $45+\emptyset/2$ cuando la base del cimient es idealmente lisa. La frontera AD forma un ángulo de $45-\emptyset/2$, con la horizontal en cualquiera de los dos casos.

ZONA III

Es una zona de estado plástico pasivo, contribuye solo con su peso a la capacidad portante. Para el instante de falla Terzaghi presento la ecuación siguiente, que sirve para determinar la capacidad de carga límite de una cimentación corrida o continua por folla por corte general.

$$q_d = c . N_c + \gamma . Z . N_q + 0.5 . \gamma . B . N_w \quad (8.1)$$

Que representa el esfuerzo máximo por unidad de longitud que puede aplicarse a la cimentación es decir que q_d representa la capacidad de la carga límite de la cimentación, en esta última ecuación N_c, N_q, N_w

Son coeficientes sin dimensiones que dependen únicamente del ángulo de fricción interna del suelo y se llaman factores de capacidad de carga debidos a la cohesión, a la sobrecarga, y al peso del suelo, respectivamente.

La ecuación q_d anterior es fundamental en la teoría dada por Terzaghi y en ella se puede calcular la capacidad de carga límite de una cimentación continua y poco profunda (profundidad de desplante igual o menor que el ancho de la cimentación) cuando se trate de folla por corte general.

En caso de corte local o punzonamiento Terzaghi corrigió su fórmula para corte general así:

$$q_d = c'.N'_c + \gamma.Z.N'_q + 0.5.\gamma.B.N'_w \quad (8.2)$$

El valor de $c' = \frac{2}{3}C$, cohesión del suelo. Terzaghi desarrollo su teoría únicamente para el caso de cimentaciones continuas.

Para el caso de cimentaciones cuadradas o circulares no hay estudios teóricos que resuelvan el problema. sin embargo Terzaghi modifíco a base de resultados experimentales su fórmula fundamental y presento las siguientes formulas empíricas.

Para zapatas cuadradas y corte general:

$$q_d = 1.3.c.N_c + \gamma.Z.N_q + 0.4.\gamma.B.N_w \quad (8.3)$$

Para zapatas cuadradas y corte local o punzonamiento:

$$q_d = 1.3.c'.N'_c + \gamma.Z.N'_q + 0.4.\gamma.B.N'_w \quad (8.4)$$

Para zapatas circulares y corte general:

$$q_d = 1.3.c.N_c + \gamma.Z.N_q + 0.6.\gamma.R.N_w \quad (8.5)$$

Para zapatas circulares y corte local o punzonamiento:

$$q_d = 1.3.c'.N'_c + \gamma.Z.N'_q + 0.6.\gamma.R.N'_w \quad (8.6)$$

En todas las expresiones anteriores:

q_d = Capacidad de carga limite en t/m² o kg/m².

C = Cohesión del suelo en t/m² o kg/m³.

γ = Peso volumétrico del suelo en t/m³ o kg/m³.

Z = Profundidad de desplante de la cimentación en m.

B = Profundidad de desplante de la cimentación en m.

R = Radio de la zapata circular en m.

N_c, N_q, N_w = Factores de capacidad de carga cuándo la falla sea por corte general que se pueden obtener de la Figura 8.8 y remplazando el valor de ϕ .

Y que se expresan así:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \cdot e^{\pi \tan \phi} \quad (8.7)$$

$$N_c = (N_q + 1) \cdot \cot \phi \quad (8.8)$$

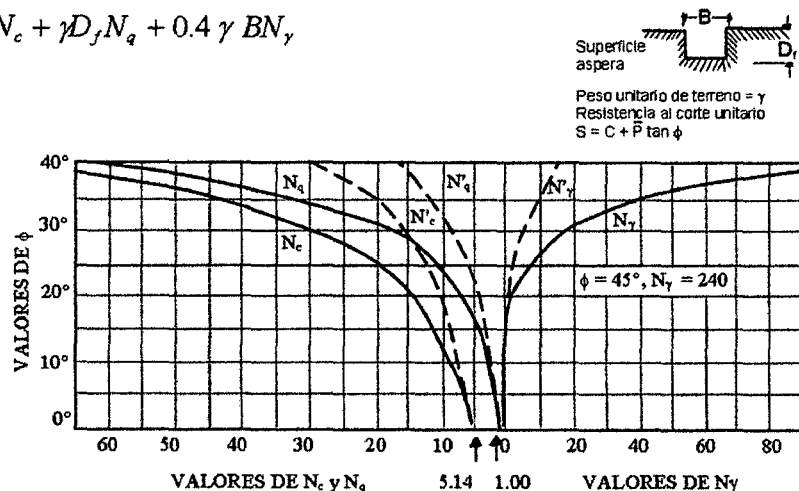
$$N_w = 2 (N_q + 1) \cdot \tan \phi \quad (8.9)$$

N'_c, N'_q, N'_w = Factores de capacidad de carga cuando la falla sea por corte local o punzonamiento remplazar:

$$\phi' = \tan^{-1} \left(\frac{2}{3} \tan \phi \right) \quad (8.10)$$

Carga por unidad de área:

$$q_{ds} = 1.2cN_c + \gamma D_f N_q + 0.4 \gamma B N_\gamma$$



CAPACIDAD PORTANTE ULTIMA-CIMENTACION SUPERFICIAL ($d / B \leq 1$)

Figura 8.9 Grafica de Terzaghi de los factores de capacidad de carga.

Tabla 8.1 Factores de Capacidad de Carga. Vesic, 1973.

Factores de Capacidad de Carga (Vesic, 1973)

ϕ	Nc	Nq	N _γ	Nq/Nc	tg ϕ
0	5.14	1.00	0.00	0.20	0.00
1	5.35	1.09	0.07	0.20	0.02
2	5.63	1.20	0.15	0.21	0.03
3	5.90	1.31	0.24	0.22	0.05
4	6.19	1.43	0.34	0.23	0.07
5	6.49	1.57	0.45	0.24	0.09
6	6.81	1.72	0.57	0.25	0.11
7	7.16	1.88	0.71	0.26	0.12
8	7.53	2.06	0.86	0.27	0.14
9	7.92	2.25	1.03	0.28	0.16
10	8.35	2.47	1.22	0.30	0.18
11	8.80	2.71	1.44	0.31	0.19
12	9.28	2.97	1.69	0.32	0.21
13	9.81	3.26	1.97	0.33	0.23
14	10.37	3.59	2.29	0.35	0.25
15	10.98	3.94	2.65	0.36	0.27
16	11.63	4.34	3.06	0.37	0.29
17	12.34	4.77	3.53	0.39	0.31
18	13.10	5.26	4.07	0.40	0.32
19	13.93	5.80	4.68	0.42	0.34
20	14.83	6.40	5.39	0.43	0.36
21	15.82	7.07	6.20	0.45	0.38
22	16.88	7.82	7.13	0.46	0.40
23	18.05	8.66	8.20	0.48	0.42
24	19.32	9.60	9.44	0.50	0.45
25	20.72	10.66	10.88	0.51	0.47
26	22.25	11.85	12.54	0.53	0.49
27	23.94	13.20	14.47	0.55	0.51
28	25.80	14.72	16.72	0.57	0.53
29	27.86	16.44	19.34	0.59	0.55
30	30.14	18.40	22.40	0.61	0.58
31	32.67	20.63	25.99	0.63	0.60
32	35.49	23.18	30.22	0.65	0.62
33	38.64	26.09	35.19	0.68	0.65
34	42.16	29.44	41.06	0.70	0.67
35	46.12	33.30	48.03	0.72	0.70
36	50.59	37.75	56.31	0.75	0.73
37	55.63	42.92	66.19	0.77	0.75
38	61.35	48.93	78.03	0.80	0.78
39	67.87	55.96	92.25	0.82	0.81
40	75.31	64.20	109.41	0.85	0.84
41	83.86	73.90	130.22	0.88	0.87
42	93.71	85.38	155.55	0.91	0.90
43	105.11	99.02	186.54	0.94	0.93
44	118.37	115.31	224.64	0.97	0.97
45	133.88	134.88	271.76	1.01	1.00
46	152.10	158.51	330.35	1.04	1.04
47	173.64	187.21	403.67	1.08	1.07
48	199.26	222.31	496.01	1.12	1.11
49	229.93	265.51	613.16	1.15	1.15
50	266.89	319.07	762.89	1.20	1.19

Fuente Libro: "Diseño de Cimentaciones" Autor: Jorge Alva Hurtado, Editorial ICG.

TEORÍA DE PRANDTL

El problema de identificación de un medio semi-infinito, homogéneo, isótropo y rígido - plástico perfecto, fue investigado por Prandtl en 1920 considerando que el contacto entre el elemento y el medio era perfectamente liso, propuso el mecanismo de falla como se muestra en la Figura 8.10

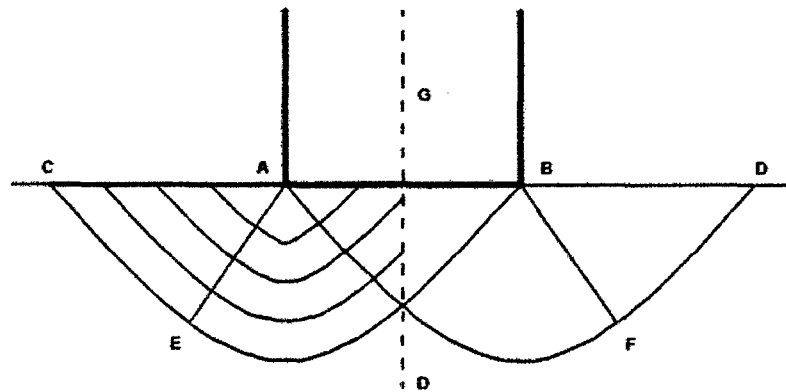


Figura 8.10 Mecanismo de Falla de Prandtl.

Se trata de calcular la máxima presión que se puede dar al elemento rígido sin que penetre en el medio semi-infinito, a este valor particular de la presión se denomina carga límite. Prandtl considera las siguientes regiones y su comportamiento durante la falla como:

Zona ABH y que excita al suelo a compresión durante la falla, se incrusta como cuerpo rígido, moviéndose verticalmente como si formara parte del elemento rígido.

En la región AEH está constituido por líneas de deslizamiento que con círculos con centros en A y con velocidad tangente a tales líneas igual a $\frac{\sqrt{2}}{2}$, constante en toda la región, supuesto que el elemento rígido desdiente con velocidad unitaria.

La zona ACE se mueve como cuerpo rígido durante la falla en la dirección EC, es la región donde se producen los esfuerzos cortantes de quien depende el valor de la capacidad última de carga.

Prandtl calculo que la capacidad última que puede ponerse en la superficie AB está dada por la siguiente ecuación:

$$q_c = (\pi + 2).c = 5.14 c \quad (8.11)$$

Dónde:

q_c = Capacidad de carga

c = Cohesion

8.3.2. TEORÍA DE HILL

La solución de Prandtl, no es la única posible para el problema planteado. Hill presentó una solución alternativa, en la Figura 8.11.

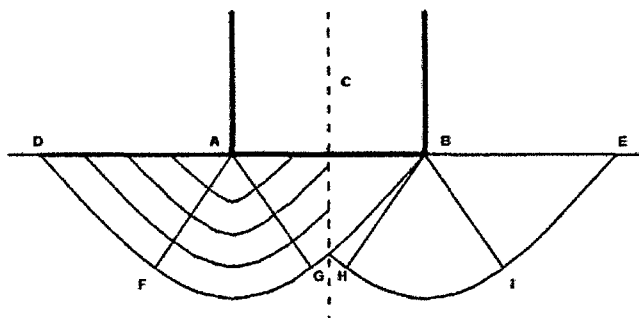


Figura 8.11 Mecanismo de Falla de Hill.

Se muestra el mecanismo de falla propuesto, en el que las regiones AGC y AFD son de esfuerzos constantes y la región AFG es de esfuerzos radiales. Otro tanto puede decirse de las zonas simétricas, en el lado derecho de la figura. Los esfuerzos en estas regiones son los mismos que se presentan en los correspondientes al mecanismo de Prandtl, pero las velocidades de desplazamiento son diferentes. Suponiendo también que el elemento rígido desciende con velocidad unitaria, puede mostrarse que en la zona ACG debe desplazarse como cuerpo rígido con velocidad $\sqrt{2}$ en la dirección de CG, análogamente los puntos de la región AFD se mueven con la misma velocidad $\sqrt{2}$ en la dirección FD; la zona radial se mueve en todos sus puntos con la

misma velocidad ($\sqrt{2}$), tangente a los círculos de deslizamiento. Con base en su mecanismo de falla, Hill pudo también calcular la presión límite que el elemento rígido puede transmitir sin introducirse en el medio, obteniendo el mismo valor que proporciona la solución de Prandtl:

$$q_c = (\pi + 2) \cdot c = 5.14 c \quad (8.12)$$

Es importante notar que si la superficie del medio semi-infinito no fuese horizontal, sino que adoptase la forma que aparece en la Figura 8.12, la presión límite toma el valor:

$$q_c = 2 \cdot c(1 + \theta) \quad (8.13)$$

La expresión anterior tiene como límites $q_c = 2 \cdot c$, para $\theta = 0^\circ$, caso de una prueba de compresión simple $q_c = (\pi + 2)$ para que

$\theta = 90^\circ$, corresponde a una superficie horizontal en el medio semi-infinito.

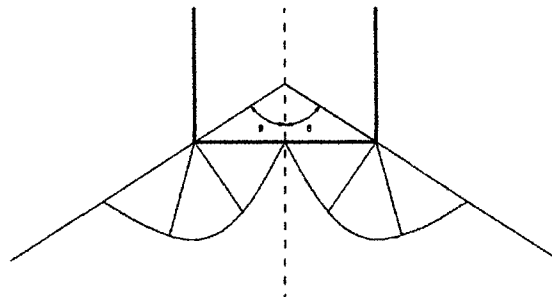


Figura 8.12 Tipo de Falla no Horizontal.

8.3.3. TEORÍA DE SKEMPTON

Skempton propone adoptar para la capacidad de carga en suelos puramente cohesivos una expresión de forma totalmente análoga a la de Terzaghi según la cual

$$q_c = c \cdot N_c + \gamma D_f \quad (8.14)$$

La diferencia estriba en que ahora N_c , ya no vale siempre 5.70, sino que varía con la relación de D/B , en que D es la profundidad de entrada del cimiento en el suelo resistente y B es el ancho del mismo elemento. En la Figura 8.13 aparecen los valores obtenidos por Skempton para N_c en el caso de cimientos largos y cimientos cuadrados o circulares.

Por otra parte en los casos de suelos heterogéneos estratificados debe manejarse con cuidado el término γD_f , que representa la presión del suelo al nivel de desplante y que por lo tanto, deberá calcularse los diferentes espesores de los estratos con sus respectivos pesos específicos, en la condición de suelo de que se trate, más cualquier sobrecarga distribuida en la superficie del suelo. Lo anterior vale también, por supuesto, para la teoría de Terzaghi.

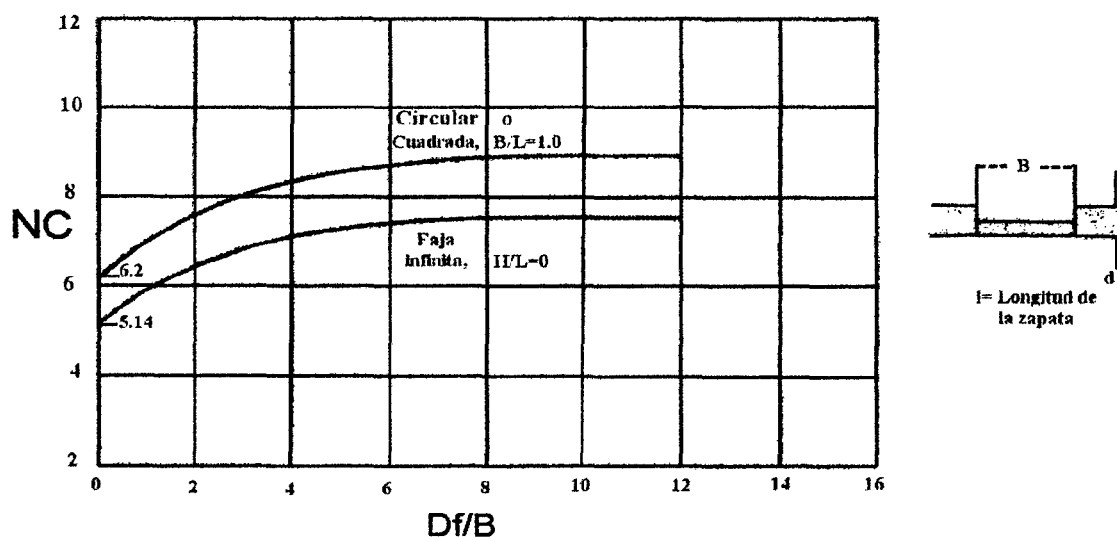


Figura 8.13

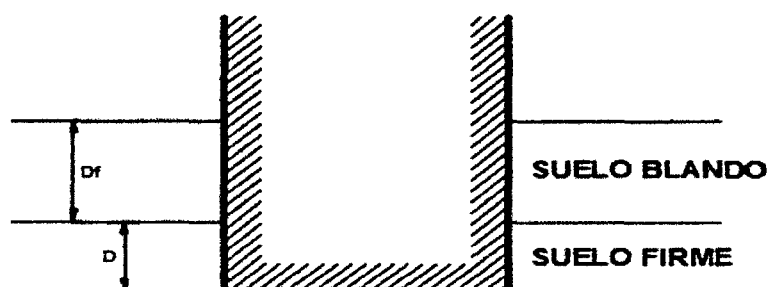


Figura 8.14

8.4. TIPO DE FALLA DE LOS SUELOS

Observaciones detalladas del comportamiento de las cimentaciones reales y modelos de cimentaciones (Vesic, 1973) han permitido identificar tres modos diferentes de falla de suelo en los cimientos superficiales bajo cargas estáticas.

1. Falla por cortante general,
2. Falla por punzonamiento.
3. Falla por cortante local.

Se supone una fundación en faja continua de ancho C cimentada sobre la superficie horizontal de un depósito homogéneo de un suelo granular denso o cohesivo firme. Si se aplica sobre la cimentación una carga vertical centrada, gradualmente creciente, también crecerá el asentamiento de la cimentación, en forma moderada hasta cierto nivel de carga. La variación del asentamiento con la presión promedio de la cimentación, puede apreciarse en la Figura VIII-15.

8.4.1. FALLA POR CORTANTE GENERAL.

En determinado punto, cuando la presión de la cimentación alcanza un valor pico que, sobreviene una falla súbita del suelo portante, y la superficie de falla en el mecanismo de desplazamiento del suelo, se extiende hasta la superficie del terreno. Esta magnitud de la presión de la cimentación, que, comúnmente recibe el nombre de capacidad portante última de la cimentación (Figura VIII-15). Cuando se presenta este tipo de falla súbita en el suelo, acompañada de la extensión de la superficie de falla hasta la superficie del terreno, el modo de falla se denomina falla por cortante general es también evidente un abombamiento considerable de la superficie del depósito alrededor de la cimentación.

8.4.2. FALLA POR PUNZONAMIENTO.

Si la cimentación considerada descansa ahora sobre un estrato granular con densidad media o un material cohesivo de consistencia media, igualmente se presenta un aumento del asentamiento con la carga pero, en este caso, la

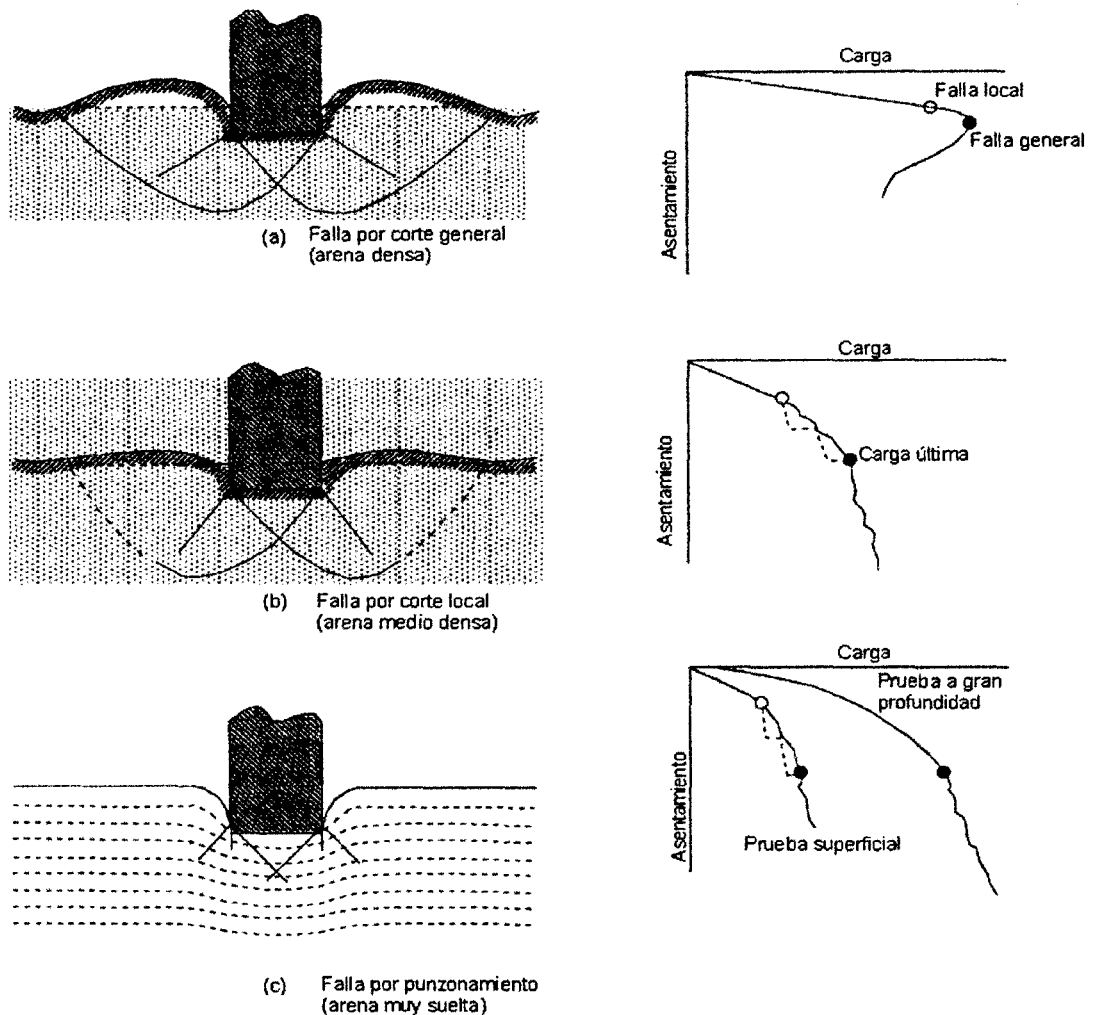
superficie de falla en el suelo se va extendiendo gradualmente desde el eje vertical de la cimentación hacia afuera, como lo muestra la Figura 8.15. Puede decirse que la superficie de deslizamiento no es completa sino que es parcial. Cuando la presión de la cimentación se hace igual a q_u , el movimiento de la cimentación empieza a experimentar descuelgues súbitos sucesivos que pueden continuar hasta una intensidad que denominada capacidad portante última. Más allá de este punto el aumento de carga vendrá acompañado de grandes incrementos en los asentamientos de la fundación. Eventualmente, después de un movimiento considerable de la cimentación, la superficie de allá puede llegar a la superficie del terreno. La presión de la cimentación que, recibe el nombre de primera carga de falla (Vesic, 1963). Esta forma de fallar se denomina falla por corte local. Conviene apreciar que en este tipo de falla no se presenta un valor pico de q (presión promedio de la cimentación).

8.4.3. FALLA POR CORTE LOCAL.

Si la cimentación es soportada por un suelo bastante suelto, el gráfico carga - asentamiento es parecido en su forma al de falla local, como el mostrado en la Figura VIII-15. No se presentan superficies de fallas definidas, como sean fisuras cortas al azar concentradas alrededor del perímetro del cimiento. Las superficies de falla nunca llegan hasta la superficie del depósito. Este tipo de falla en el suelo de soporte recibe el nombre de falla punzonamente, en él tampoco se presenta un valor pico de q .

Aunque son bastantes y bien conocidas las diferencias entre los tipos de falla, no existe un criterio numérico general que permita predecir el tipo de rotura que se presentara, aunque puede decirse que el tipo de falla dependerá de la compresibilidad del suelo de las condiciones geométricas y de las cargas existentes.

Se atribuye a la compresibilidad la responsabilidad principal tanto en arenas como en arcillas saturadas, normalmente consolidadas, cuando el suelo es incompresible, bajo el cimiento se desarrollara una falla por cortante general. Mientras que cuando el suelo sea compresible se desarrollara una falla por punzonamiento.



Curvas Carga-Asentamiento y Zonas de falla en Pruebas Modelo en Arena (Vesic, 1963)

Figura 8.15 Tipo de fallas de los suelos.

8.5. CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE Y FACTOR DE SEGURIDAD

8.5.1. CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE

Puede ella concebirse como la máxima presión que podría permitirse a la cimentación transmitir al suelo de soporte, sin efectos nocivos, considerando la capacidad portante admisible respecto a la falla por corte del sistema cimentación suelo, la magnitud y la velocidad de los asentamientos probables estimados y la aptitud de la estructura para acomodarse al asentamiento .por consiguiente, es a la vez función de las condiciones del suelo de soporte y de las características de la estructura.

Su eficiente determinación y las decisiones pertinentes dependen del grado de simplificación obtenido al identificar aquellas variables de real significación, por medio de análisis de los factores controlantes del diseño. Las principales variables podrían agruparse así.

Propiedades del terreno en el sitio, referentes a la configuración topográfica y las características mecánicas del suelo de soporte.

- Disposición, profundidad y dimensiones de los elementos de la cimentación.
- Grado y velocidad de asentamiento que pueden tolerar las estructuras.
- Magnitud e índoles de las cargas transmitida por la fundación.

El estudio del comportamiento de las cimentaciones se ve marcado en dos etapas en relación carga - asentamiento. En la primera, los asentamientos son sensiblemente proporcionales a las cargas, en la segunda ocurre la falla del suelo de soporte hasta alcanzar un valor crítico. Se presentan también situaciones en que no resulta clara esta demarcación y se tiene que recurrir a soluciones empíricas.

La geotecnia ha dado interpretación a estos fenómenos, se han propuesto teorías de dicho comportamiento y se han desarrollado métodos analíticos para anticipar el funcionamiento de los cimientos bajo cargas, por medio de los cuales es posible determinar la presión portante de suelo al aplicar los siguientes dos criterios.

- Que los esfuerzos sobre el suelo ofrezcan suficiente seguridad de que no se presentara una posible falla por corte del suelo de una fundación. La presión de fundación que cumple este requisito se denominada capacidad portante admisible.
- Adicionalmente la presión sobre el suelo de soporte no debe producirse asentamientos intolerables para la estructura, así no se presente una falla por corte.

Estas condiciones se consideran separadamente en cada caso particular. La capacidad portante admisible es el valor que satisface ambos criterios.

Para obtener el valor de la capacidad portante admisible, se determina dividiendo el valor de la capacidad portante última entre un factor de seguridad.

8.5.2. FACTOR DE SEGURIDAD

Anteriormente se definió la capacidad portante admisible como el resultado de dividir la capacidad portante última por un factor de seguridad. Se busca así que los esfuerzos de trabajo en el suelo de soporte queden suficientemente alejados de una región peligrosa de los esfuerzos donde posiblemente ocurrirán colapsos o grandes desplazamientos y nocivos para la cimentación.

Como, por otro lado, la evaluación de un valor crítico de los esfuerzos ofrece por lo general incertidumbre insalvable, propia de las idealizaciones y simplificaciones necesarias en la geotecnia, se acostumbra adoptar un factor de seguridad (Tomlinson, 1969) como una especie de "seguro" contra:

- Variaciones naturales en la resistencia al corte y otras características del suelo de soporte.
- Incertidumbre en la precisión de contabilidad de los métodos teórico o empíricos para evaluar la capacidad de carga. Las hipótesis o soluciones simplificadas e idealizadas de la teoría geotécnica se acomodan difícilmente a las complejas condiciones reales.
- Deterioros locales menores en la capacidad portante del suelo de soporte producido por la construcción o por eventos posteriores.
- Asentamiento excesivo ocasionado por la fluencia del suelo cuando la cimentación se encuentra próxima a sufrir una falla por corte.

La variabilidad de las características del suelo constituyen la razón principal para adoptar un apropiado factor de seguridad, sin embargo en general, la magnitud asignable al factor de seguridad, en cada caso depende principalmente de la confiabilidad de la información de diseño y de la exactitud con la que se puede determinar las resistencia de la estructura y las cargas actuantes, de lo anteriormente descrito se puede expresar la capacidad de carga admisible de la siguiente manera:

$$q_{adm} = \frac{q_d}{f_s} \quad (8.15)$$

Dónde:

q_{adm} = capacidad de carga admisible

q_d = capacidad de carga ultima o de falla

f_s = factor de seguridad

Los valores de factor de seguridad f_s , pueden variar según la importancia de la obra y del orden de la incertidumbre que se maneja.

Así tenemos si en el análisis de cargas actuantes se considera:

1. Solo cargas permanentes es recomendable usar un factor de seguridad $f_s = 3$.
2. Si se toman en cuenta cargas permanentes y vivas o eventuales, el factor de seguridad puede reducirse a $f_s = 2.0 - 2.5$
3. Si además se consideran efectos de sismos en regiones de factor de seguridad puede llevar a tomar valores como $f_s = 1.5$
4. Terzaghi recomienda un factor de seguridad no menor de 3.

En resumen podemos utilizar la ecuación:

$$q_{adm} = \frac{q_d}{3} \quad (8.16)$$

DISEÑO DE UNA EDIFICACION DE 3 NIVELES:

RESUMEN DE CONDICIONES DE CIMENTACIÓN	
De acuerdo al Estudio de Mecánica de Suelos .Elaborado para la presente Tesis, se obtuvieron las siguientes condiciones con la que se Diseñara la Cimentación Propuesta, para esto se tomarán los Resultados de la CALICATA N°07	
➤ Tipo de Cimentación	Zapatas Conectadas
➤ Estrato de apoyo de la Cimentación	Las Zapatas Conectadas se apoyarán sobre una Capa de Material del Tipo Arcilla Inorgánica de Baja
➤ Profundidad mínima de Cimentación	Se cimentara a una profundidad de 1.50m. con el fin de tener Elementos Rígidos en concordancia con la Hipótesis de Columnas Empotradas
➤ Presión Admisible del Terreno	1.13 Kg/cm ²
➤ Factor de Seguridad por Corte	3
➤ Asentamiento Máximo	2.5 cm
➤ Permeabilidad	
➤ Agresividad del Suelo	Exposición a los Sulfates Moderado
➤ Cemento de concreto en contacto con el Sub Suelo	Portland tipo II
➤ Tipo de suelo desde el punto de vista sísmico	Tipo de suelo S2
	S= 1.4 (Ampliación de la Acción Sísmica)
	T _p =0.9 seg (Período predominante)
RECOMENDACIÓN ADICIONAL No se utilizara el Material Propio como Relleno, debido a la presencia de Sales, el Relleno deberá Conformarse con Suelos Granulares del Tipo A-1-a o A-1-b del sistema Clasificación de Suelos con Propósitos de ingeniería Vial (Gravas o Gravass Arenosas),que deberá colocarse y compactarse por capas de no más de 25 cm. de Espesor, a un Mínimo de 95% de M.D.S	

METRADO DE CARGAS

➤ LOSA ALIGERADA

Primer y segundo niveles			Tercer nivel		
DEAD			DEAD		
ELEMENTOS	P. UNIT	TOTAL	ELEMENTOS	P. UNIT	TOTAL
Peso Losa Aligerada	300 kg/m ²	500 kg/m ²	Peso Losa Aligerada	300 kg/m ²	425 kg/m ²
Peso Tab. Equivalente	100 kg/m ²		Peso Tab. Equivalente	25 kg/m ²	
Peso Pisos y acabados	100 kg/m ²		Peso Pisos y acabados	100 kg/m ²	

LIVE			LIVE		
ELEMENTOS	P. UNIT	TOTAL	ELEMENTOS	P. UNIT	TOTAL
Sobrecarga (vivienda)	200 kg/m ²	200 kg/m ²	Sobrecarga (vivienda)	100 kg/m ²	100 kg/m ²

➤ VIGUETAS (considerando en el modelado viguetas de 0.40m)

Primer y segundo nivel

DEAD					
ELEMENTOS	P. UNIT	Ancho	Largo	Altura	PARCIAL
Peso Losa Aligerada	80 kg/m ²	0.40			32 kg/m
Peso Tab. Equivalente	100 kg/m ²	0.40			40 kg/m
Peso Pisos y acabados	100 kg/m ²	0.40			40 kg/m
Total :					112 kg/m

LIVE					
ELEMENTOS	P. UNIT	Ancho	Largo	Altura	PARCIAL
Sobrecarga (vivienda)	200 kg/m ²	0.40			80 kg/m
Total :					80 kg/m

Tercer nivel

DEAD					
ELEMENTOS	P. UNIT	Ancho	Largo	Altura	PARCIAL
Peso Losa Aligerada	80 kg/m ²	0.40			32 kg/m
Peso Tab. Equivalente	25 kg/m ²	0.40			10 kg/m
Peso Pisos y acabados	100 kg/m ²	0.40			40 kg/m
Total :					82 kg/m

LIVE					
ELEMENTOS	P. UNIT	Ancho	Largo	Altura	PARCIAL
Sobrecarga (vivienda)	100 kg/m ²	0.40			40 kg/m
Total :					40 kg/m

EJES PRINCIPALES Y SECUNDARIOS

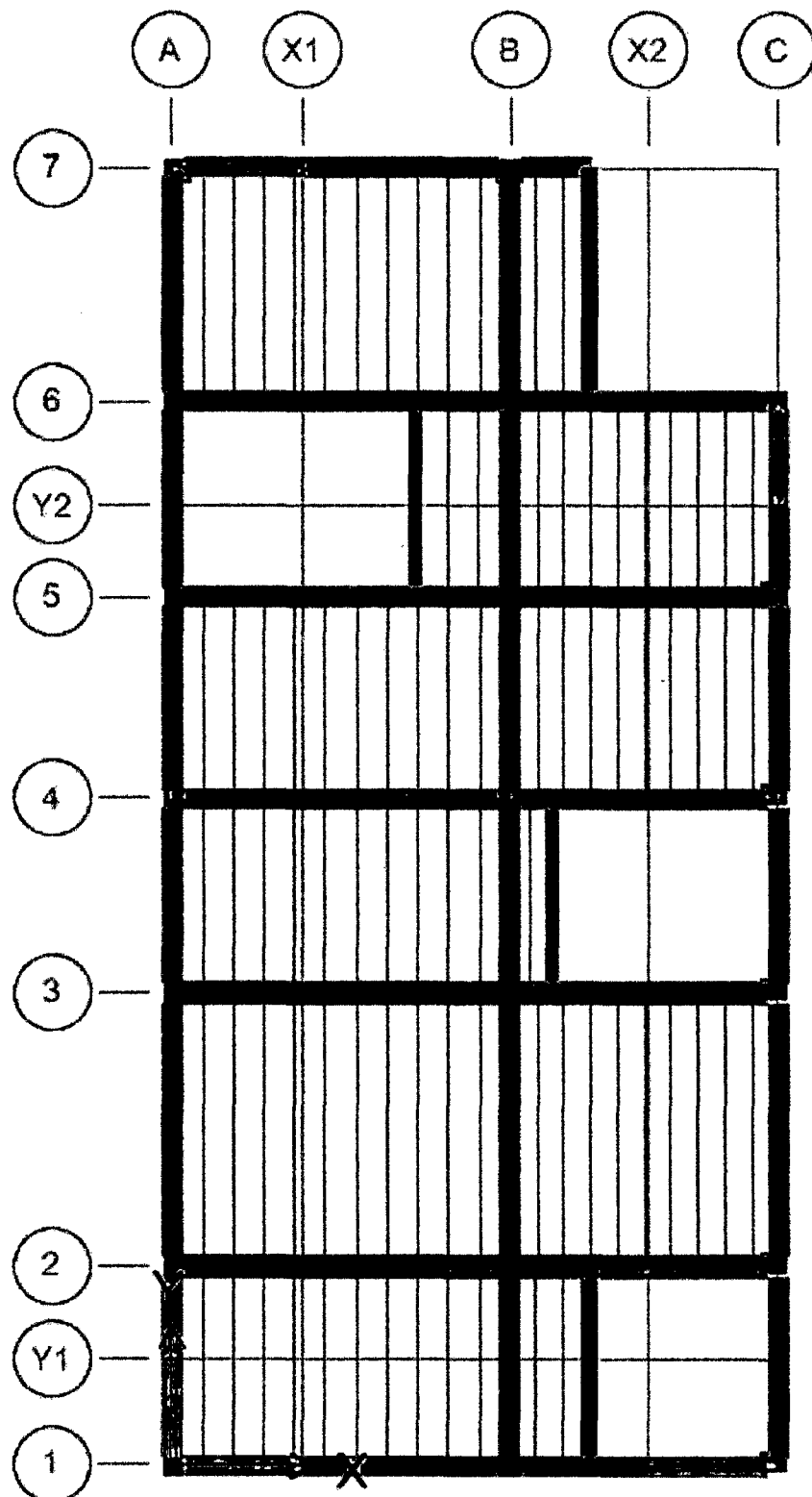


Figura 8.16 Ejes principales y secundarios.

MODELO ESTRUCTURAL

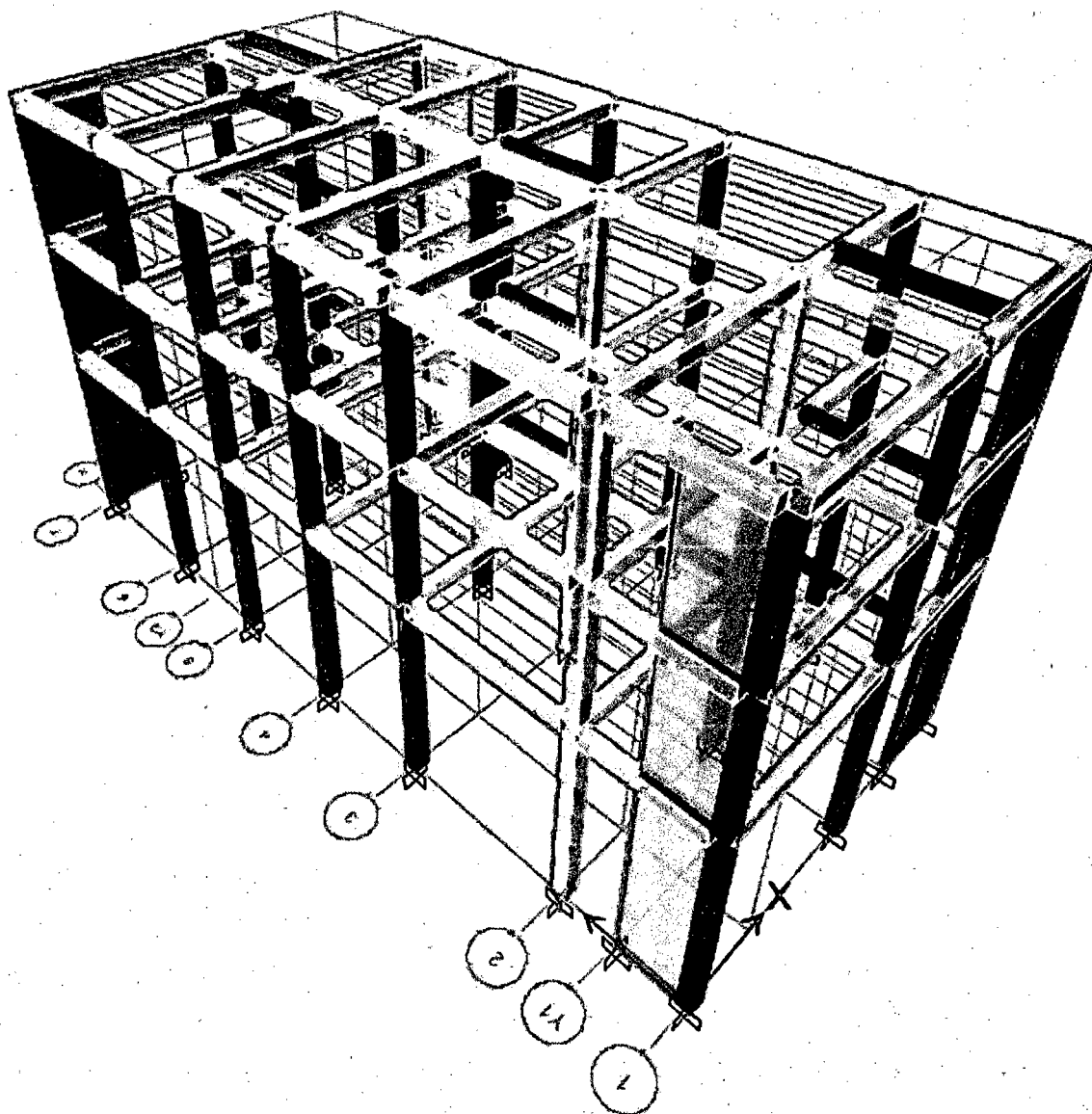


Figura 8.17 Modelamiento Estructural.

ASIGNACION CARGA VIVA

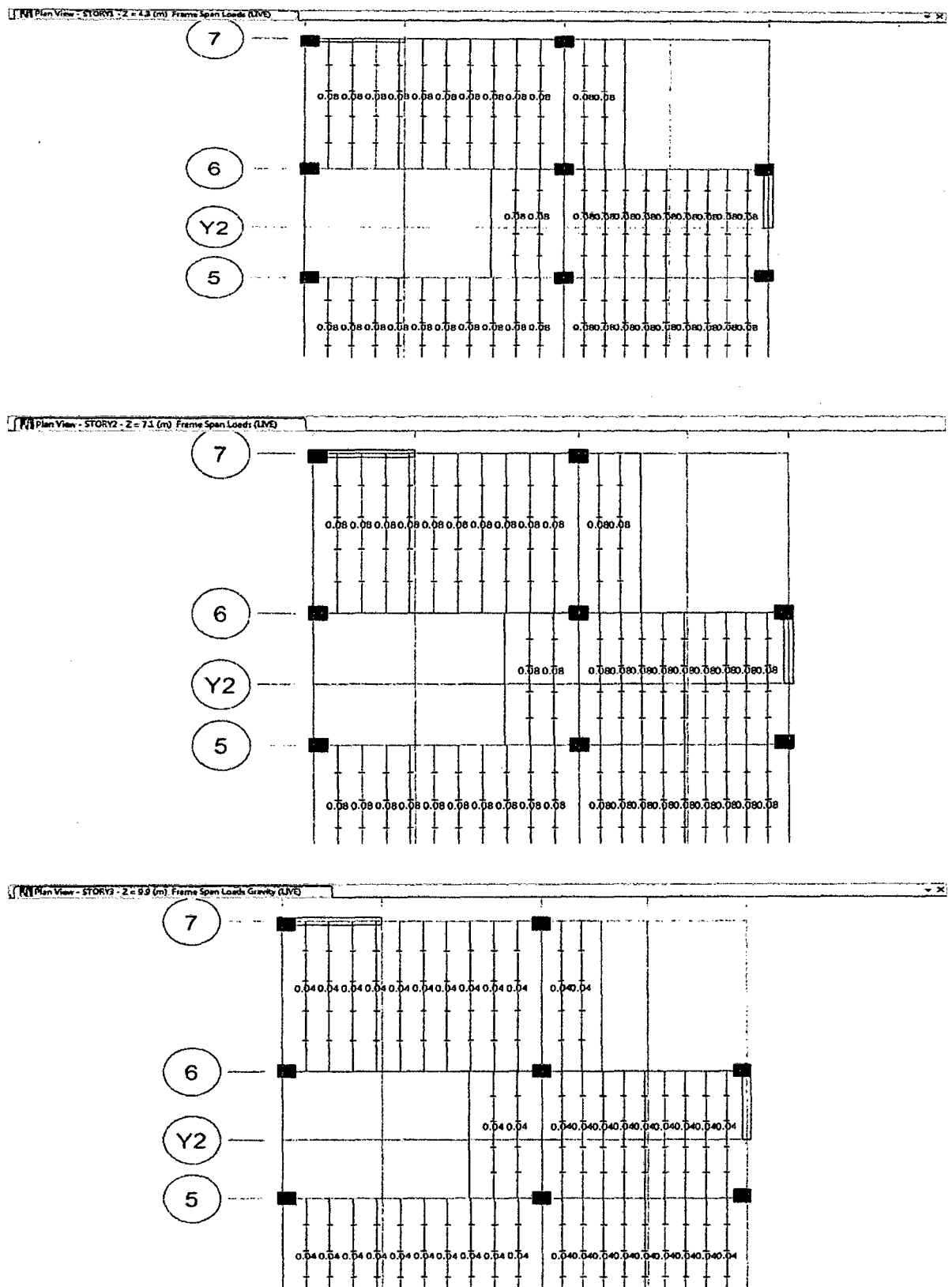


Figura 8.18 Asignacion de carga viva.

ASIGNACION CARGA MUERTA

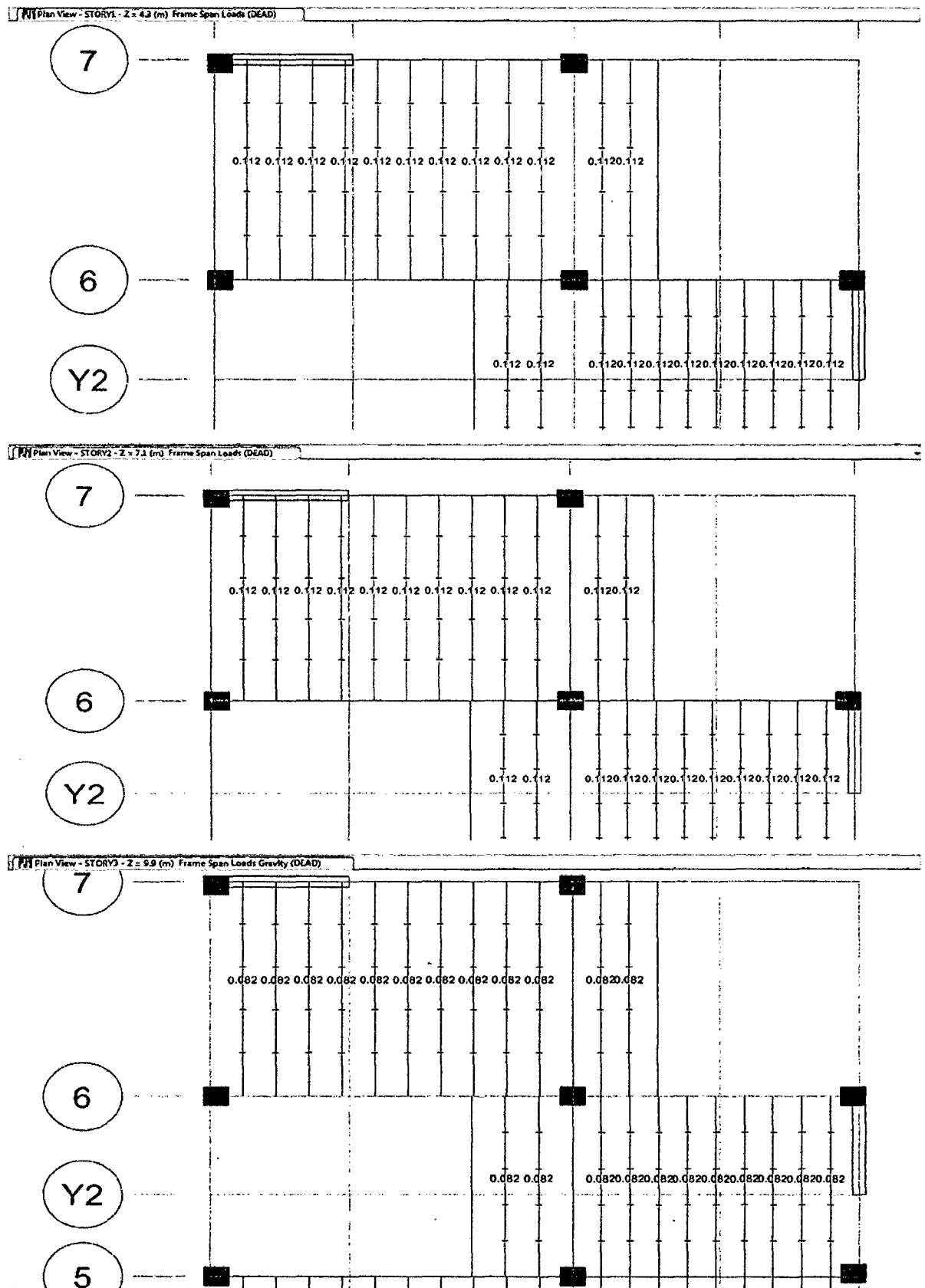


Figura 8.19 Asignación de carga muerta.

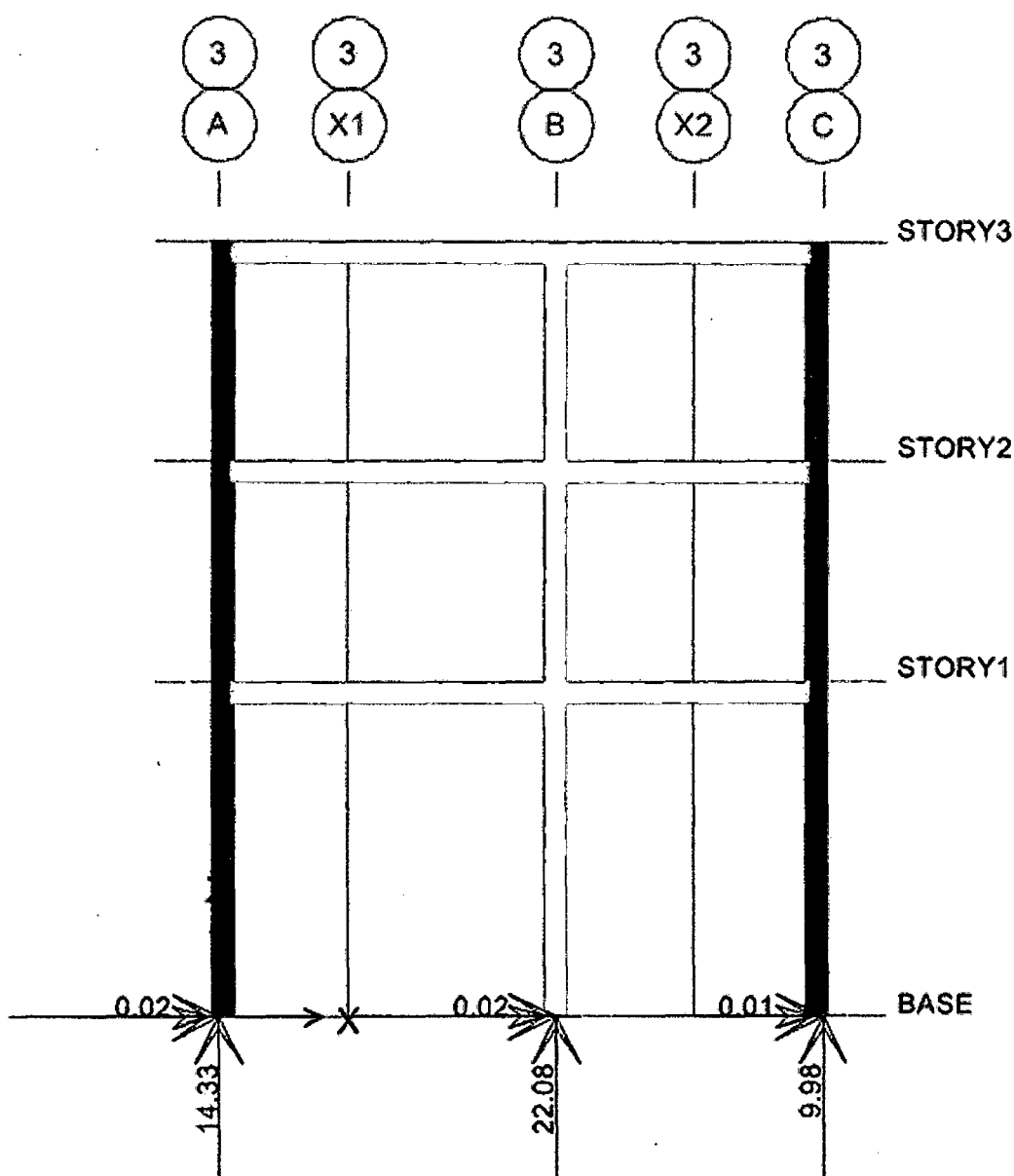


Figura 8.20 Reacciones del eje 3 por carga muerta (MD).

Tabla 8.2 Valores de momentos por carga muerta (MD)Pórtico 3.

TABLE: Column Forces						
Story	Column	Load Case/Combo	P	T	M2	M3
STORY1	C11	DEAD	-14.3319	-0.0014	0.0194	-0.4217
STORY1	C27	DEAD	-22.0846	-0.0021	0.0155	0.2279
STORY1	C33	DEAD	-9.9774	-0.0014	0.0067	0.1555

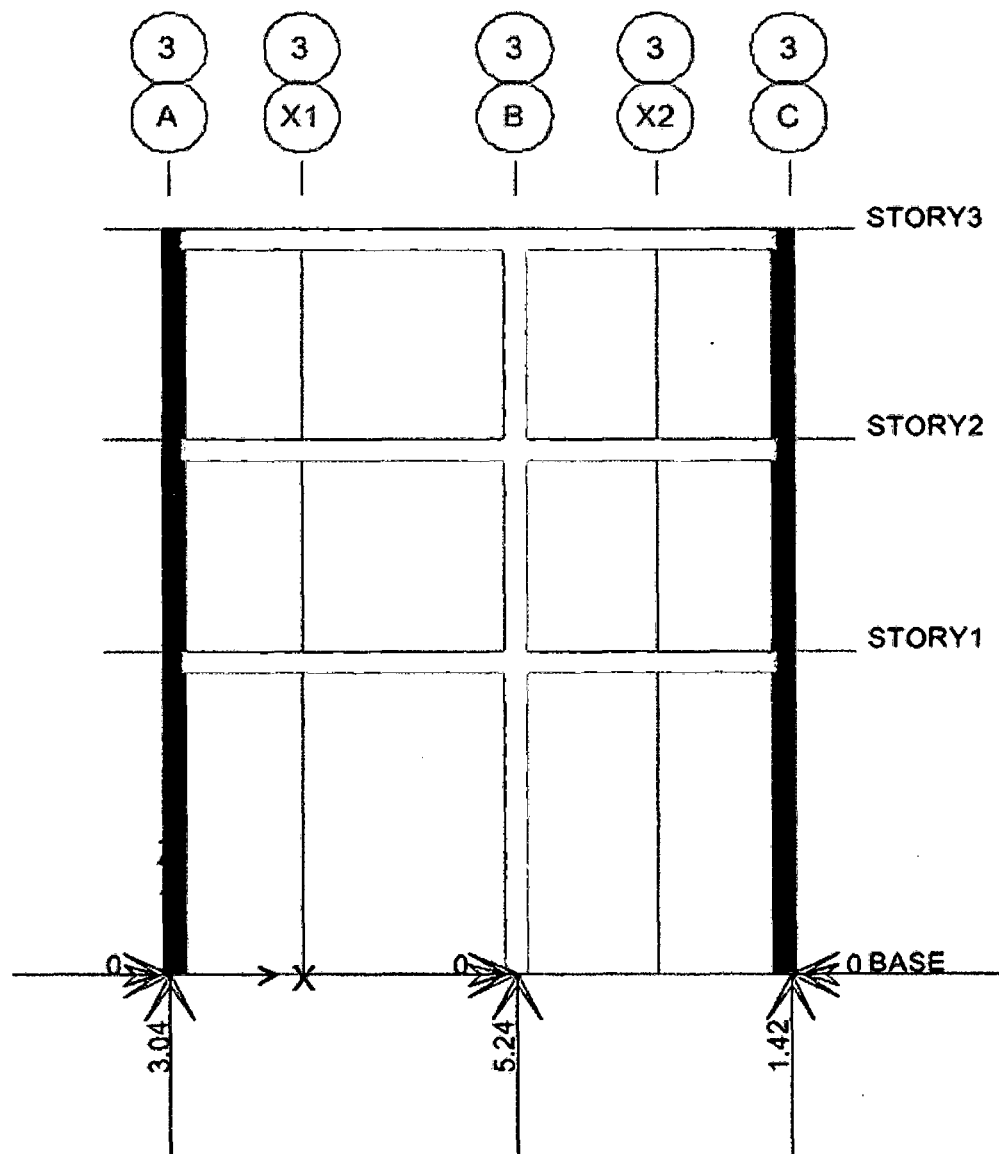
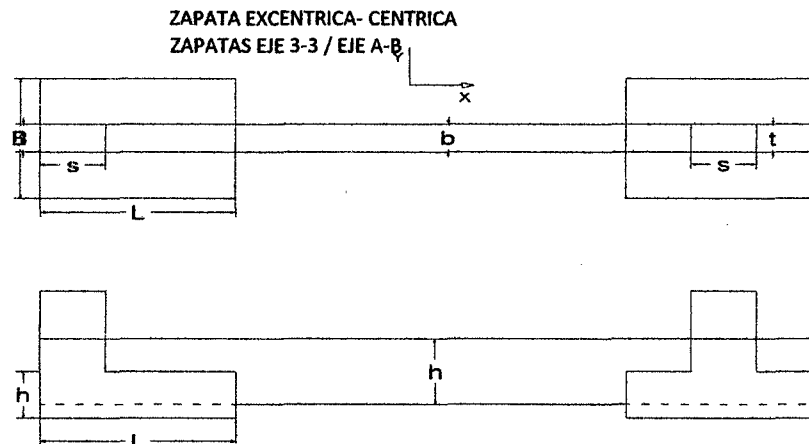


Figura 8.20 Reacciones del eje 3 por carga muerta (MD).

Tabla 8.3 Valores de momentos por carga viva (ML)Pórtico 3.

TABLE: Column Forces						
Story	Column	Load Case/Combo	P	T	M2	M3
STORY1	C11	LIVE	-3.0426	-0.0004	0.0019	-0.1495
STORY1	C27	LIVE	-5.2444	-0.0005	0.0005	0.0857
STORY1	C33	LIVE	-1.4164	-0.0004	-0.0017	0.0522



DATOS:

Resistencia del terreno (σ_t)	1.13	kg/cm ²	f_c	210	kg/cm ²
coeficiente de balastro (K_o)	2.43	kg/cm ³	f_y	4200	kg/cm ²
Luz libre entre columnas	4.3	m	NPT	0.15	m
Peso específico del suelo:	1700	kg/m ³	S/C	400	kg/m ²
Peso específico del C.A.:	2400	kg/m ³	Df	1.5	m
Peso específico del C.S.:	2000	kg/m ³			

Columna 01 s x t

Cargas: 7-A

PD	14.3319	Tn
PL	3.0426	Tn

Momentos:

Longitudinal

MD	0.0194	Tn-m
ML	-0.4217	Tn-m
Psx	0	Tn
Msx	0	Tn-m

Transversal

MD	0.0019	Tn-m
ML	-0.1495	Tn-m
Psy	0	Tn
Msy	0	Tn-m

Columna 02 s x t

Cargas: 6-A

PD	22.085	Tn
PL	5.2444	Tn

Momentos:

Longitudinal

MD	0.0155	Tn-m
ML	0.2279	Tn-m
Psx	0	Tn
Msx	0	Tn-m

Transversal

MD	0.0005	Tn-m
ML	0.0857	Tn-m
Psy	0	Tn
Msy	0	Tn-m

1 Determinacion del esfuerzo Neto del Terreno

on = 7.55

2 Dimensionamiento en planta

a. Sin considerar sismo

Zapata exterior $A_z = 2.303$

aumentamos en 40% = 3.224 = BxL

Por ser excentrica, menor lado en direccion de la viga

B = 1.75 L = 1.332 B = 2.445

Adoptamos L = 1.40

B = 2.50

Determinacion de las reacciones

e = 0.55 Lc = 4.05 R1 = 19.788

Esfuerzos en el terreno

os1 (+ +)=	5.060	< on = 7.55	OK
os2(- +)=	6.045	< on = 7.55	OK
os3 (+ -)=	5.262	< on = 7.55	OK
os4(- -)=	6.248	< on = 7.55	OK

Zapata interior $A_z = 3.622$

aumentamos en 20% = 4.347 = BxL

Por ser centrica

L = 2.110 B = 2.060

Adoptamos L = 2.20

B = 2.10

Determinacion de las reacciones

e = 0.55 Lc = 4.05 R2 = 24.915

Esfuerzos en el terreno

os1 (+ +)=	5.590	< on = 7.55	OK
os2(- +)=	5.303	< on = 7.55	OK
os3 (+ -)=	5.483	< on = 7.55	OK
os4(- -)=	5.196	< on = 7.55	OK

b. Considerando sismo longitudinal horario

Zapata exterior

Determinación de las reacciones	R1 = 19.788
Esfuerzos en el terreno	
os1 (+ +)= 5.060 < on = 9.809	OK
os2(- +)= 6.045 < on = 9.809	OK
os3 (+ -)= 5.262 < on = 9.809	OK
os4(- -)= 6.248 < on = 9.809	OK

c. Considerando sismo longitudinal antihorario

Zapata exterior

Determinación de las reacciones	R1 = 19.788
Esfuerzos en el terreno	
os1 (+ +)= 5.060 < on = 9.8085	OK
os2(- +)= 6.045 < on = 9.8085	OK
os3 (+ -)= 5.262 < on = 9.8085	OK
os4(- -)= 6.248 < on = 9.8085	OK

d. Considerando sismo transversal horario

Zapata exterior

Determinación de las reacciones	R1 = 19.788
Esfuerzos en el terreno	
os1 (+ +)= 5.060 < on = 9.8085	OK
os2(- +)= 6.045 < on = 9.8085	OK
os3 (+ -)= 5.26 < on = 9.8085	OK
os4(- -)= 6.25 < on = 9.8085	OK

e. Considerando sismo transversal antihorario

Zapata exterior

Determinación de las reacciones	R1 = 19.788
Esfuerzos en el terreno	
os1 (+ +)= 5.06 < on = 9.8085	OK
os2(- +)= 6.05 < on = 9.8085	OK
os3 (+ -)= 5.262 < on = 9.8085	OK
os4(- -)= 6.248 < on = 9.8085	OK

Presiones amplificadas y presiones de diseño

$$P=1.4PD+1.7PL$$

$$MX=1.4MDX+1.7MLX$$

$$MY=1.4MD+1.7MLY$$

Zapata exterior

R1 = 28.760

Esfuerzos en el terreno

os1 (+ +)= 7.200
os2(- +)= 8.889
os3 (+ -)= 7.545
os4(- -)= 9.234

$$P=1.25(PD+PL) -PSX$$

$$MX=1.25(MDX+MLX) -MSX$$

$$MY=1.25(MDY+MLY)$$

Zapata exterior

R1 = 24.735

Esfuerzos en el terreno

os1 (+ +)= 6.325
os2(- +)= 7.557
os3 (+ -)= 6.578
os4(- -)= 7.810

Zapata interior

R2 = 36.311

Esfuerzos en el terreno

os1 (+ +)= 8.192
os2(- +)= 7.709
os3 (+ -)= 8.011
os4(- -)= 7.528

Zapata interior

Determinación de las reacciones	R1 = 24.915
Esfuerzos en el terreno	
os1 (+ +)= 5.590 < on = 9.809	OK
os2(- +)= 5.303 < on = 9.809	OK
os3 (+ -)= 5.483 < on = 9.809	OK
os4(- -)= 5.196 < on = 9.809	OK

Zapata interior

Determinación de las reacciones	R2 = 24.915
Esfuerzos en el terreno	
os1 (+ +)= 5.590 < on = 9.809	OK
os2(- +)= 5.303 < on = 9.809	OK
os3 (+ -)= 5.483 < on = 9.809	OK
os4(- -)= 5.196 < on = 9.809	OK

Zapata interior

Determinación de las reacciones	R2 = 24.915
Esfuerzos en el terreno	
os1 (+ +)= 5.590 < on = 9.809	OK
os2(- +)= 5.303 < on = 9.809	OK
os3 (+ -)= 5.483 < on = 9.809	OK
os4(- -)= 5.196 < on = 9.809	OK

Zapata interior

Determinación de las reacciones	R2 = 24.915
Esfuerzos en el terreno	
os1 (+ +)= 5.590 < on = 9.809	OK
os2(- +)= 5.303 < on = 9.809	OK
os3 (+ -)= 5.483 < on = 9.809	OK
os4(- -)= 5.196 < on = 9.809	OK

$$P=1.25(PD+PL) +PSX$$

$$MX=1.25(MDX+MLX) +MSX$$

$$MY=1.25(MDY+MLY)$$

Zapata exterior

R1 = 24.735

Esfuerzos en el terreno

os1 (+ +)= 6.325
os2(- +)= 7.557
os3 (+ -)= 6.578
os4(- -)= 7.810

$$P=1.25(PD+PL) +PSY$$

$$MX=1.25(MDX+MLX)$$

$$MY=1.25(MDY+MLY) +MSY$$

Zapata exterior

R1 = 24.735

Esfuerzos en el terreno

os1 (+ +)= 6.325
os2(- +)= 7.557
os3 (+ -)= 6.578
os4(- -)= 7.810

Zapata interior

R2 = 31.144

Esfuerzos en el terreno

os1 (+ +)= 6.987
os2(- +)= 6.628
os3 (+ -)= 6.854
os4(- -)= 6.495

$$P=1.25(PD+PL)-PSY$$

$$MX=1.25(MDX+MLX)$$

$$MY=1.25(MDY+MLY)-MSY$$

Zapata exterior

$$R1 = 24.735$$

Esfuerzos en el terreno

$$os1 (+ +) = 6.325$$

$$os2 (- +) = 7.557$$

$$os3 (+ -) = 6.578$$

$$os4 (- -) = 7.810$$

$$P=0.9PD-PSX$$

$$MX=0.9MDX-MSX$$

$$MY=0.9MDY$$

Zapata exterior

$$R1 = 14.642$$

Esfuerzos en el terreno

$$os1 (+ +) = 4.206$$

$$os2 (- +) = 4.163$$

$$os3 (+ -) = 4.204$$

$$os4 (- -) = 4.161$$

$$P=0.9PD-PSY$$

$$MX=0.9MDX$$

$$MY=0.9MDY-MSY$$

Zapata exterior

$$R1 = 14.642$$

Esfuerzos en el terreno

$$os1 (+ +) = 4.21$$

$$os2 (- +) = 4.16$$

$$os3 (+ -) = 4.204$$

$$os4 (- -) = 4.161$$

5 Presiones de Diseño:

Zapata exterior

$$os1u = 9.234$$

$$Pu = 25.24$$

DIMENSIONAMIENTO DE PERALTE

$$Zapata exterior \quad s \quad t$$

$$30 \text{ cm} \quad x \quad 25 \text{ cm}$$

2) Verificación por cortante como viga

	d	x-y	Vu	ϕVc	$Vu < \phi Vc$: OK
Dirección X-X	0.4173	0.6827	15.7602	68.1072	$Vu < \phi Vc$: OK
Dirección Y-Y	0.41095	0.71405	9.23099	37.5596	$Vu < \phi Vc$: OK

3) Verificación por cortante por punzonamiento

$$m = 140 \text{ cm} \quad n = 66.095 \text{ cm} \quad Bc = 1.2$$

$$b0 = 412.19 \text{ cm} \quad A0 = 9253.3 \text{ cm}^2$$

Cortante actuante por punzonamiento

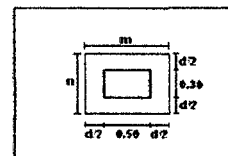
Cortante tomado por el concreto

$$su = 7.210594 \text{ tn/m}^2$$

$$Vup = 18.5649 \text{ tn}$$

$$\phi Vcp = 229.513 \text{ tn}$$

$$\phi Vcp > Vup : \text{OK}$$



4) Diseño por flexión

	d(m)	Wu(tn/m)	x-y(m)	Mu(tn-m)	a	As(cm ²)	As min(cm ²)	S (cm)
Dirección X-X	0.4173	23.0851	1.10	13.9665	0.84183	8.94446	18.7785	15.961
Dirección Y-Y	0.41095	12.92765	1.125	8.18078	0.89486	5.32444	10.35594	28.942

Dirección X-X

$$USAR : 1 \text{ o } 1/2 @ 15$$

Dirección Y-Y

$$USAR : 1 \text{ o } 1/2 @ 25$$

5) Verificación por aplastamiento

$$f_{aplast} = 33.64944$$

$$f_{u,ap} = 149.1$$

$$A_{cont}/A_{zap} = 0.02143 < 1/3 \quad OK$$

$$f_{u,ap} > f_{ap} : OK$$

Zapata interior

30 cm x 25 cm

2) Verificación por cortante como viga

	d	x-y	Vu	ϕV_c	
Dirección X-X	0.41095	0.53905	9.27301	56.3395	$Vu < \phi V_c : OK$
Dirección Y-Y	0.39825	0.57675	9.92154	57.1983	$Vu < \phi V_c : OK$

3) Verificación por cortante por punzonamiento

$$m = 71.095 \text{ cm} \quad n = 64.825 \text{ cm} \quad B_c = 1.200$$

$$b_0 = 271.84 \text{ cm}^2 \quad A_0 = 4608.73 \text{ cm}^2$$

Cortante actuante por punzonamiento

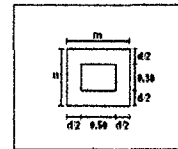
Cortante tomado por el concreto

$$\sigma_u = 38.02329 \text{ tn/m}^2$$

$$V_{up} = 22.31 \text{ tn}$$

$$\phi V_{cp} = 146.687 \text{ tn}$$

$$\phi V_{cp} > V_{up} : OK$$



4) Diseño por flexión

	d(m)	Wu(tn/m)	x-y(m)	Mu(tn-m)	a	As(cm ²)	As min(cm ²)	S (cm)
Dirección X-X	0.41095	17.2025	0.95	7.76263	0.56378	5.03175	15.53391	16.024
Dirección Y-Y	0.39825	18.02166	0.93	7.70989	0.55158	5.15728	15.05385	16.535

Dirección X-X
USAR: 1 o 1/2 @ 15

Dirección Y-Y
USAR: 1 o 1/2 @ 15

5 Verificación por aplastamiento

$$f_{aplast} = 53.11189$$

$$f_{u,ap} = 149.1$$

$$A_{cont}/A_{zap} = 0.01623 < 1/3 \quad OK$$

$$f_{u,ap} > f_{ap} : OK$$

6 Diseño de la viga de conexión

$$L = 4.6$$

Dimensionamiento

$$h = 0.657143$$

$$\text{Adoptamos } h = 0.70$$

$$b = 0.35$$

$$b = 0.1218$$

$$b = 0.35$$

$$b = 0.3$$

Diagrama de Momentos flectores y fuerza cortante

$$P_{u1} = 25.24$$

$$e = 0.55$$

$$R_{u1} = 28.66434$$

$$L = 4.05$$

$$P_{u2} = 39.83$$

$$R_{u2} = 36.4067$$

$$M_u = 13.88039$$

$$V_u = 3.427258$$

Determinación del refuerzo longitudinal

$$f_c = 210$$

$$f_y = 4200$$

$$\text{recubr} = 5$$

$$\text{estr} = 0.95$$

$$b = 0.3$$

$$d_b = 1.27$$

$$d = 0.63415$$

Acero mínimo

$$A_{smin} = 4.59485$$

Acero negativo

$$A_s = 6.014228$$

$$a = 4.71704$$

Acero positivo

$$A_s = 3.007114$$

Determinación del refuerzo transversal

Corte tomado por el concreto

$$\phi V_c = 12.41989$$

$$V_u = 3.42726$$

$$V_u < \phi V_c : OK$$

Colocar refuerzo transversal mínimo

$$S = 56.8$$

$$S_{max} = 31.7075$$

$$USAR: 1 \text{ o } 1/2 @ 30$$

CONCLUSIONES XI

9. CONCLUSIONES

9.1. DEL ANÁLISIS ESTRATIGRÁFICO.

9.1.1. En la zona de estudio 01 (Sectores Miraflores, San Isidro y San Borja), se observa una primera capa de relleno conformada por tierra cultivo, raíces ceniza de caña y desmonte; que varía de profundidad desde 0.00 m. hasta -1.65 m. del N.T.N. La cual se encuentra compactada, debido a ser una zona urbanizada y tener un constante tránsito vehicular.

9.1.2. En la zona de estudio 02 (Sectores C.P. Torres Belón), encontramos la capa de relleno desde 0.00 m. hasta -1.50 m. de N.T.N. Esta zona presenta su capa de relleno con material suelto.

Esto puede apreciarse en los planos de perfiles estratigráficos, tipificado como material de relleno (Laminas N°04-07).

9.1.3. Según la clasificación *SUCS*, el estrato subyacente a la capa de relleno, predominante en ambas zonas de estudio, es una capa de suelo clasificada como "Arcilla Inorgánica de baja plasticidad" (*CL*).

Detallamos a continuación los porcentajes por zona.

- a) Zona 01: Arcilla inorgánica de baja plasticidad *CL* (74.07%); Arena limosa arcillosa *SM-SC* (7.41%); Arena limosa *SM* (7.41%); Limo inorgánico de baja plasticidad *ML* (7.41%); Arcilla Inorgánica de alta plasticidad *CH* (3.70%).
- b) Zona 02: Arcilla inorgánica de baja plasticidad *CL* (52.38%); Limo inorgánico de baja plasticidad *ML* (28.57%); Arcilla Inorgánica de alta plasticidad *CH* (9.52%); Arena arcillosa *SC* (9.52%).

Los porcentajes están referidos al total de muestras estudiadas (48).

9.1.4. El nivel freático en ambas zonas de estudio se encuentra por debajo del -1.80 m , respecto al *N.T.N.*; y es bajo al nivel de desplante de cimentación (-1.50 m.) para edificaciones de hasta 3 niveles. El comportamiento partículas del nivel freático es el sgte:

Zona 01: EL *N.F.* en la región sur de esta zona aumenta de Este a Oeste, y varía de -2.10 m. a -2.80 m. del *N.T.N.* respectivamente. Y en la región norte mantiene una variación de -2.00 m. a -2.40 m. del *N.T.P.*

Zona 02: En esta área de estudio el *N.F.* varía de Este a Oeste de -1.75 m. a -2.50 m. En esta zona, existe esta variación debido a que rodeada de acequias y/o canales de regadío, como podemos observar en la Lamina N° 01.

9.2. DE LAS CARACTERÍSTICAS IN SITU DE LOS SUELOS.

9.2.1. Se determinó que los suelos encontrados en la zona de estudio en su mayoría son suelos Cohesivos, como: *CL* y *ML*, estos poseen un grado de plasticidad entre baja y media. Sus colores varían entre marrón oscuro a marrón claro, de acuerdo a su profundidad. Otra de sus características es que su porcentaje % de finos varía entre los rangos de $62.19\% - 96.74\%$ para el *CL*, de $51.41\% - 92.95\%$ para el *ML*.

En un menor porcentaje encontramos el suelo Cohesivo *CH*, que posee un grado de plasticidad alta. Sus colores varían desde marrón oscuro a marrón amarillo. Y presenta un porcentaje de finos entre $84.28\% - 95.15\%$.

9.2.2. Al analizar los resultados obtenidos en el ensayo de contenido de sales, llegamos a la conclusión que en el área total estudiada, está expuesta a sulfatos de manera SEVERA ($0.2\% - 2\%$). Y particularmente tenemos en la Zona 01, presencia de una exposición: Muy severa (14.81%), Severa (44.44%), Moderado (18.52%), y Despreciable (22.22%). En la Zona 02, presenta una exposición: Severa (52.38%), Moderado (14.29%), y Despreciable (33.33%)

9.3. SOBRE LAS EDIFICACIONES EXISTENTES.

9.3.1. De la observación de las construcciones existentes y confrontación de los planos de zonificación, podemos concluir que estas en su mayoría están cimentadas en estratos de una arcilla de baja plasticidad (CL), no se observan visibles muestras de hundimiento y levantamiento de veredas exteriores, con esto se deduce que sobre este tipo de suelo no se produce el fenómeno de contracción del suelo en la zona estudiada.

9.3.2. Del estudio realizado mostrado en los planos de zonificación (véase Laminas N° 08-11) elaborados de acuerdo a los perfiles estratigráficos, la presencia de suelos arcillosos es predominante a profundidades de 0.80m, 1.20m, 1.50m y 2.00m.

9.4. SOBRE SU CAPACIDAD PORTANTE DE SUELO Y SU ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN.

9.4.1. De acuerdo al plano de zonificación por capacidad portante $D_f=1.5m$. (Lamina N°18); detallamos:

- a) Zona 01: En el Sector Miraflores (Mza. A, B, C, D, L, M, N, Ñ, O) y el Sector San Isidro (Mza. I, J, K, L), posee una capacidad portante en el rango de 1.10 – 1.16 kg/cm². En el Sector Miraflores (Mza. E, F, G, H, I, J, K) y el Sector San Borja (Mza. A, B, C, D, E, G, H), tiene una capacidad portante de 1.07 – 1.10 kg/cm².
- b) Zona 02: Sector del C.P. Torres Belón (Mza. A, B, C, F, G, J, K, L, M, N, Ñ, O), posee una capacidad portante en el rango de 0.94 – 1.00 kg/cm²; de 1.00 – 1.10 kg/cm² para las Mza. E, H, I, P y para la Mza. D; de 1.10 – 1.16 kg/cm²; respectivamente.

9.4.2. Los asentamientos en el estrato compresible obtenidos del ensayo de consolidación; para edificaciones de 3 niveles; son tolerables, es decir, menor a 2.50 cm.

CAPÍTULO X

10. RECOMENDACIONES

A continuación mencionamos, algunas consideraciones que debemos de tener en presentes después del desarrollo del proyecto de tesis:

10.1. De la profundidad de desplante, teniendo en cuenta las conclusiones y el análisis de los estudios realizados; se recomienda en ambas zonas d estudio, usar una profundidad de desplante de $-1.50 m.$; teniendo en cuenta que entre los sectores de Miraflores y san Isidro, existe una capa de relleno de $-1.65m.$, teniendo en consideración esto, en dicha zona se recomienda una profundidad de desplante, hasta alcanzar un estrato de suelo natural.

10.2. En ambas zonas de estudio, se presenta unas exposición a los sulfatos severa, para lo cual recomendamos de manera general utilizar para la cimentación de viviendas: CEMENTO TIPO V.

10.3. Teniendo en cuenta la recomendación anterior, consideramos también utilizar material de préstamo para el relleno del área de cimentación, para no tener a la estructura en contacto con un suelo contaminado.

10.4. Por muy bueno que sea un terreno de cimentación, no conviene cimentar a profundidades menores que $0.80m$, pues ello conduce a estructuras con poca resistencia a fuerzas laterales. Ocasionando poca seguridad ante el volteo .Otra consideración en la determinación de la profundidad de desplante se recomienda usar la fórmula de Crespo Villalaz, la cual tiene en cuenta el índice plástico del suelo (IP).

$$Df = \frac{(0.83 - 0.014 IP)IP - 4}{\gamma}$$

10.5. Se tendrá en cuenta la expansibilidad del suelo, ya que la mayor parte del terreno en estudio presenta un índice plástico (IP) >15 , que según los investigadores Holtz y Gibbs, lo clasifican como un Grado De Expansión medio pudiendo llegar a un grado alto a medida que aumente el índice Plástico, lo que causaría un incremento de esfuerzos en elementos de concreto simple que estén en contacto con el terreno natural, por lo que se recomienda que todo elemento en contacto con el suelo debe ser reforzado con una cuantía mínima según el elemento estructural.

10.6. Para en diseño de la cimentación de viviendas de 3 niveles a mas, utilizaran los siguientes parámetros de diseño sismo resistentes (Norma E-030/RNE): Factor de zona: 0.4, Periodo del suelo (T_p): 0.9S, Factor de Amplificación del suelo(S): 1.4.Y de acuerdo a las especificaciones del ACI-2008, y del Reglamento Nacional de Edificaciones.

10.7. Se recomienda usar cimentaciones superficiales rígidas, del tipo zapatas conectadas en ambos sentidos para edificaciones de hasta 3 niveles y para edificaciones de hasta 5 niveles se podrá emplear zapatas corridas o continuas en forma de T invertida para proporcionarle rigidez a la cimentación, en la dirección longitudinal de la edificación debiéndose conectar en su eje de menor longitud mediante vigas de conexión.

10.8. Se recomienda seguir con un procedimiento que garantice el control de las especificaciones técnicas y los procesos constructivos en las cimentaciones, de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, para brindar una seguridad al momento de la construcción de cualquier vivienda que se ejecute en el área de estudio.

BIBLIOGRAFIA

- CHANAMÉ JUÁREZ, Marcos A, CHIROQUE MONDRAGÓN, Alejandro S. y DÁVILA GONZÁLEZ, Manuel P. (2005). "Zonificación del Suelo Subyacente del Distrito de Manuel Antonio Mesones Muro — Ferreñafe para el Diseño de Cimentaciones". Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Facultad de Ingeniería Civil Sistemas y Arquitectura. Lambayeque.
- CRESPO VILLALAZ, Carlos, (1979). "Mecánica de Suelos y Cimentaciones". Editorial Limusa. México.
- CRESPO VILLALAZ, Carlos. (1996). "Vías de Comunicación". Editorial Limusa, 3era Edición. México.
- Dirección General de Caminos y Ferrocarriles - Perú. Oficina de Control de Calidad, "Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras (EM 2000)".
- JUÁREZ BADILLO Y RICO RODRIGUEZ, Alfonso. (1980). "Mecánica de Suelos" Segunda Edición. Editorial Limusa, Tomo I y II. México.
- LAMBE, William T y WITMAN, Robert V, (1972). "Mecánica de Suelos". Editorial Limusa. México.
- LA TORRE ROSAZZA, Juan R. y VARGAS ZAVALA, Juan O. (2004). "Microzonificación de la ciudad de Ferreñafe y áreas de expansión para la reducción de desastres". Tesis para optar el Título

ANEXO A

CONSTANCIAS DE LABORATORIO

ANEXO B

PERFILES ESTRATIGRÁFICOS DE CADA CALICATA Y CÁLCULOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE SUELOS

ANEXO C

C-1: TABLA PARA LA CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA UNIFICADO DE SUELOS

C-2: CARTA "PROCEDIMIENTO AUXILIAR PARA LA IDENTIFICACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO" (SUCS)

C-3: CARTA DE PLASTICIDAD

C-4: GRAFICO DE FADUM PARA LA INFLUENCIA DE ÁREA RECTANGULAR UNIFORMEMENTE CARGADA (CASO DE BOUSSINESQ)

C-5: DIAGRAMA DE NEWMARK.

ANEXO D

LAMINA N° 01: UBICACIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO.

LAMINA N° 02: DISTRIBUCIÓN DE EJES Y CALICATAS.

LAMINA N° 03: PLANO TOPOGRÁFICO

LAMINA N° 04-07: PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

LAMINA N° 08-11: ZONIFICACIÓN DE SUELOS.

LAMINA N° 12-15: ZONIFICACIÓN DE CONT. SALES.

LAMINA N° 16-19: ZONIFICACIÓN CAPACIDAD PORTANTE

LAMINA N° 20: PLANTA Y ARQUITECTURA

LAMINA N° 21: CIMENTACIÓN DETALLES

ANEXO A

CONSTANCIAS DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL DE SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



CONSTANCIA Nº 10 - 2015 - FICSA-LMS.

El que suscribe, Jefe del Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Facultad de Ingeniería Civil de Sistemas y de Arquitectura, de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo:

HACE CONSTAR:

Que, los alumnos en Ingeniería Civil:

DELGADO ROJAS SOLVER
AGUILAR LLENQUE CARLOS ALBERTO

Han realizado ensayos de Mecánica de Suelos en este Laboratorio, desde el 14 de marzo al 29 de mayo del 2014; en lo concerniente a:

<u>TIPO DE ENSAYO</u>	<u>CANTIDAD</u>
Contenido de Humedad	Cuarenta y ocho (48)
Análisis Granulométrico por Tamizado	Cuarenta y ocho (48)
Contenido de Sales totales	Cuarenta y ocho (48)
Límite Líquido	Cuarenta y ocho (48)
Límite Plástico	Cuarenta y ocho (48)
Límite de Contracción	Tres (03)
Peso Específico Relativo de Sólidos	Cuarenta y ocho (48)
Ensayo de Consolidación de Suelos	Seis (06)
Corte Directo	Seis (06)

Para dar cumplimiento a un capítulo de su Proyecto de Tesis denominado: **ZONIFICACIÓN DEL SUELO SUBYACENTE, PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DE LOS SECTORES: MIRAFLORES, SAN ISIDRO, SAN BORJA Y CENTRO POBLADO TORRES BELON, DEL DISTRITO DE POMALCA- CHICLAYO (Código: IC-2013-076).**

Se expide la presente, a solicitud de los interesados para los fines que estimen conveniente.

Lambayeque, febrero 2 del 2015



[Signature]
ING. WILLIAM RODRIGUEZ SERQUEN
JEFE

ANEXO B

PERFILES ESTRATIGRÁFICOS DE CADA CALICATA Y CÁLCULOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE SUELOS



PERFIL ESTRATIGRAFICO

C - 01

RESPONSABLES DEL PROYECTO : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - chiclayo - lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : Distrito Pomalca - chiclayo - lambayeque

FECHA DE LOS ENSAYOS : 24 de febrero del 2014

COTAS :		Referencia : Nivel de terreno	Nivel Freático :	-2.20 m
		Superficie : +/- 0.00m	Profundidad :	-3.00 m
MUESTRA PROF. EST.	CLASIFIC. SUCS	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
0.50 m				* Material relleno, raices, basura
M - 1 1.20 m	CL		*ARCILLA INORGANICA DE BAJA PASTICIDAD * Cont. de Humedad= 19.04% * LL= 37.47% * IP= 14.38% * % Sales= 2.42%	* Material duro * Color marron claro * Muestra alterada
M - 2 2.70 m	CL		*ARCILLA INORGANICA DE BAJA PASTICIDAD * Cont. de Humedad= 25.97% * LL= 34.00% * IP= 14.90% * % Sales= 0.67%	* Material duro humedo * Color marron amarillento claro * Muestra alterada
N.F. 2.20 m				
M - 3 3.00 m	CL		*ARCILLA INORGANICA DE BAJA PASTICIDAD * Cont. de Humedad= 30.09% * LL= 21.30% * IP= 11.05% * % Sales= 0.14%	* Mat.l medianamente duro saturado * Color marron claro * Muestra alterada



PERFIL ESTRATIGRAFICO

C - 02

RESPONSABLES DEL PROYECTO : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver
PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones
de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado
Torres Belon, del distrito de Pomalca - chiclayo - lambayeque"
PROCEDENCIA DE MUESTRAS : Distrito Pomalca - chiclayo - lambayeque
FECHA DE LOS ENSAYOS : 24 de febrero del 2014





COTAS :		Referencia	: Nivel de terreno	Nivel Freático	: -2.80 m
		Superficie	: +/- 0.00m	Profundidad	: -3.00 m
MUESTRA PROF. EST.	CLASIFIC. SUCS	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	OBSERVACIONES	
0.90 m				* Material relleno, raices, basura	
M - 1 1.65 m	CL		*ARCILLA INORGANICA DE BAJA PASTICIDAD * Cont. de Humedad= 16.57% * LL= 35.57% * IP= 15.16% * % Sales= 0.52%	* Material duro * Color marron claro * Muestra alterada	
M - 2 N.F. 2.80m 3.00 m	CH		*ARCILLA INORGANICA DE ALTA PASTICIDAD * Cont. de Humedad= 23.78% * LL= 55.47% * IP= 28.21% * % Sales= 0.67%	* Material duro humedo * Color marron amarillento claro * Muestra alterada	



PERFIL ESTRATIGRAFICO

C - 03

RESPONSABLES DEL PROYECTO : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver
PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones
de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado
Torres Belon, del distrito de Pomalca - chiclayo - lambayeque"
PROCEDENCIA DE MUESTRAS : Distrito Pomalca - chiclayo - lambayeque
FECHA DE LOS ENSAYOS : 24 de febrero del 2014

COTAS :		Referencia	: Nivel de terreno	Nivel Freático	: -2.80 m
		Superficie	: +/- 0.00m	Profundidad	: -3.00 m
MUESTRA PROF. EST.	CLASIFIC. SUCS	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	OBSERVACIONES	
0.60 m				* Material relleno, raices, basura	
M - 1 1.05 m	CL		*ARCILLA INORGANICA DE BAJA PASTICIDAD * Cont. de Humedad= 17.73% * LL= 40.25% IP= 19.03% * % Sales= 0.66%	* Material duro * Color marron claro * Muestra alterada	
M - 2 1.50 m	CL		*ARCILLA INORGANICA DE BAJA PASTICIDAD * Cont. de Humedad= 24.95% * LL= 41.51% IP= 17.82% * % Sales= 0.06%	* Material duro * Color marron claro * Muestra alterada	
M - 3 1.95 m	SM-SC		*ARENA LIMOSA ARCILLOSA * Cont. de Humedad= 20.73% * LL= 27.47% IP= 4.68% * % Sales= 0.07%	* Material duro * Color marron claro * Muestra alterada	
M - 4 N.F. 2.80m 3.00 m	ML		*LIMO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD * Cont. de Humedad= 22.55% * LL= 33.14% * IP= 9.46% * % Sales= 0.06%	* Material duro humedo * Color marron amarillento claro * Muestra alterada	



PERFIL ESTRATIGRAFICO

C - 04

RESPONSABLES DEL PROYECTO : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belón, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

FECHA DE LOS ENSAYOS : 24 de febrero del 2014

COTAS :		Referencia : Nivel de terreno	Nivel Freático :	-2.70 m
		Superficie : +/- 0.00m	Profundidad :	-3.00 m
MUESTRA PROF. EST.	CLASIFIC. SUCS	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
0.5 1.0 1.5 1.65 m				* Material relleno, raices, basura
2.0 2.20 m	CL		* ARCILLA INORGANICA DE BAJA PASTICIDAD * Cont. de Humedad= 24.41% * LL= 30.59% IP= 18.65% * % Sales= 0.08%	* Material duro * Color marron claro * Muestra alterada
2.5 N.F. 2.70m 3.00 m	CL		* ARCILLA INORGANICA DE BAJA PASTICIDAD * Cont. de Humedad= 27.85% * LL= 43.62% IP= 18.17% * % Sales= 0.09%	* Material duro humedo * Color marron amarillento claro * Muestra alterada



PERFIL ESTRATIGRAFICO

C - 05

RESPONSABLES DEL PROYECTO : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - chichlayo - lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : Distrito Pomalca - chichlayo - lambayeque

FECHA DE LOS ENSAYOS : 24 de febrero del 2014

COTAS :		Referencia : Nivel de terreno	Nivel Freático :	-2.00 m
		Superficie : +/- 0.00m	Profundidad :	-3.00 m
MUESTRA PROF. EST.	CLASIFIC. SUCS	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
0.40 m				* Material relleno, raíces, basura
0.5 1.00 m	CL		*ARCILLA INORGANICA DE BAJA PASTICIDAD * Cont. de Humedad= 16.78% * LL= 42.53% IP= 21.32% * % Sales= 1.19%	* Material duro * Color marron claro * Muestra alterada
1.5 1.80 m	SM-SC		*ARENA LIMOSA ARCILLOSA * Cont. de Humedad= 25.40% * LL= 28.82% IP= 5.49% * % Sales= 0.17%	* Material duro * Color marron claro * Muestra alterada
2.0 N.F. 2.00m 2.30 m	ML		*LIMO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD * Cont. de Humedad= 24.79% * LL= 42.65% IP= 12.52% * % Sales= 3.04%	* Material duro humedo * Color marron amarillento claro * Muestra alterada
2.5 3.00 m	CL		*ARCILLA INORGANICA DE BAJA PASTICIDAD * Cont. de Humedad= 30.06% * LL= 35.59% IP= 12.63% * % Sales= 0.54%	* Material duro humedo * Color marron amarillento claro * Muestra alterada



PERFIL ESTRATIGRAFICO

C - 06

RESPONSABLES DEL PROYECTO : Bach. Aguilar Lienque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - chiclayo - lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : Distrito Pomalca - chiclayo - lambayeque

FECHA DE LOS ENSAYOS : 24 de febrero del 2014

COTAS :		Referencia : Nivel de terreno	Nivel Freático :	-2.20 m
		Superficie : +/- 0.00m	Profundidad :	-3.00 m
MUESTRA PROF. EST.	CLASIFIC. SUCS	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
0.45 m				* Material relleno, raices, basura
0.5 1.0 1.5 1.85 m	CL		*ARCILLA INORGANICA DE BAJA PASTICIDAD * Cont. de Humedad= 18.97% * LL= 47.20% IP= 27.24% * % Sales= 1.44%	* Material duro * Color marron claro * Muestra alterada
2.0 N.F. 2.20m 2.40 m	CL		*ARCILLA INORGANICA DE BAJA PASTICIDAD * Cont. de Humedad= 20.21% * LL= 35.24% IP= 15.57% * % Sales= 2.75%	* Material duro humedo * Color marron amarillento claro * Muestra alterada
2.5 3.0 3.00 m	CL		*ARCILLA INORGANICA DE BAJA PASTICIDAD * Cont. de Humedad= 32.18% * LL= 45.66% IP= 19.64% * % Sales= 5.76%	* Material duro humedo * Color marron amarillento claro * Muestra alterada



PERFIL ESTRATIGRAFICO

C - 07

RESPONSABLES DEL PROYECTO : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - chiclayo - lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : Distrito Pomalca - chiclayo - lambayeque

FECHA DE LOS ENSAYOS : 24 de febrero del 2014

COTAS :		Referencia : Nivel de terreno	Nivel Freático :	-2.20 m
		Superficie : +/- 0.00m	Profundidad :	-3.00 m
MUESTRA PROF. EST.	CLASIFIC. SUCS	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
0.30 m				* Material relleno, raices, basura
0.80 m	CL		*ARCILLA INORGANICA DE BAJA PASTICIDAD * Cont. de Humedad= 15.86% * LL= 43.42% IP= 21.81% * % Sales= 0.15%	* Material duro * Color marron claro * Muestra alterada
3.00 m	CL		*ARCILLA INORGANICA DE BAJA PASTICIDAD * Cont. de Humedad= 19.71% * LL= 31.90% IP= 11.21% * % Sales= 0.12%	* Material duro humedo * Color marron amarillento claro * Muestra alterada
N.F. 2.20m				



PERFIL ESTRATIGRAFICO

C - 08

RESPONSABLES DEL PROYECTO : Bach. Aguilar Lienque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - chiclayo - lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : Distrito Pomalca - chiclayo - lambayeque

FECHA DE LOS ENSAYOS : 24 de febrero del 2014

COTAS :		Referencia : Nivel de terreno	Nivel Freático :	-2.10 m
		Superficie : +/- 0.00m	Profundidad :	-3.00 m
MUESTRA PROF. EST.	CLASIFIC. SUCS	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
0.5 1.0 1.25 m				* Material relleno, raices, basura
1.5 2.0 N.F. 2.10m 2.40 m	CL		*ARCILLA INORGANICA DE BAJA PASTICIDAD * Cont. de Humedad= 26.12% * LL= 45.68% IP= 20.09% * % Sales= 1.55%	* Material duro * Color marron claro * Muestra alterada
2.5 3.0 3.00 m	CL		*ARCILLA INORGANICA DE BAJA PASTICIDAD * Cont. de Humedad= 22.59% * LL= 30.79% IP= 11.13% * % Sales= 0.55%	* Material duro humedo * Color marron amarillento claro * Muestra alterada



PERFIL ESTRATIGRAFICO

C - 09

RESPONSABLES DEL PROYECTO : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - chichlayo - lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : Distrito Pomalca - chichlayo - lambayeque

FECHA DE LOS ENSAYOS : 24 de febrero del 2014

COTAS :		Referencia : Nivel de terreno	Nivel Freático :	-2.40 m
		Superficie : +/- 0.00m	Profundidad :	-3.00 m
MUESTRA PROF. EST.	CLASIFIC. SUCS	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
0.70 m				* Material relleno, raices, basura
1.70 m	CL		*ARCILLA INORGANICA DE BAJA PASTICIDAD * Cont. de Humedad= 17.80% * LL= 38.80% IP= 16.40% * % Sales= 0.15%	* Material duro * Color marron claro * Muestra alterada
N.F. 2.40m 3.00 m	SM		*ARENA LIMOSA * Cont. de Humedad= 24.45% * LL= 26.91% IP= 7.31% * % Sales= 0.46%	* Material duro humedo * Color marron amarillento claro * Muestra alterada



PERFIL ESTRATIGRAFICO

C - 10

RESPONSABLES DEL PROYECTO : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - chiclayo - lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : Distrito Pomalca - chiclayo - lambayeque

FECHA DE LOS ENSAYOS : 24 de febrero del 2014

COTAS :		Referencia : Nivel de terreno	Nivel Freático :	-1.80 m
		Superficie : +/- 0.00m	Profundidad :	-3.00 m
MUESTRA PROF. EST.	CLASIFIC. SUCS	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
0.40 m				* Material relleno, raices, basura
0.5 1.0 1.20 m	CL		*ARCILLA INORGANICA DE BAJA PASTICIDAD * Cont. de Humedad= 22.73% * LL= 39.12% IP= 16.90% * % Sales= 0.23%	* Material duro * Color marron claro * Muestra alterada
1.5 1.70 m	SM		*ARENA LIMOSA * Cont. de Humedad= 26.22% * LL= 27.35% IP= 3.81% * % Sales= 1.63%	* Material duro humedo * Color marron amarillento claro * Muestra alterada
N.F. 1.80m 2.0 2.5 3.0 3.00 m	CL		*ARCILLA INORGANICA DE BAJA PASTICIDAD * Cont. de Humedad= 28.16% * LL= 35.28% IP= 13.28% * % Sales= 0.00%	* Material duro humedo * Color marron amarillento claro * Muestra alterada



PERFIL ESTRATIGRAFICO

C - 11

RESPONSABLES DEL PROYECTO : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belón, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

FECHA DE LOS ENSAYOS : 24 de febrero del 2014

COTAS :		Referencia : Nivel de terreno	Nivel Freático :	-2.30 m
		Superficie : +/- 0.00m	Profundidad :	-3.00 m
MUESTRA PROF. EST.	CLASIFIC. SUCS	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
0.5 0.85 m				* Material relleno, raíces, basura
1.0 1.65 m	CL		*ARCILLA INORGANICA DE BAJA PASTICIDAD * Cont. de Humedad= 17.93% * LL= 27.90% IP= 9.01% * % Sales= 0.14%	* Material duro * Color marron claro * Muestra alterada
2.0 2.20 m	CL		*ARCILLA INORGANICA DE BAJA PASTICIDAD * Cont. de Humedad= 27.10% * LL= 30.24% IP= 8.90% * % Sales= 0.00%	* Material duro * Color marron amarillento claro * Muestra alterada
N.F. 2.30m 2.45 m	CL		*ARCILLA INORGANICA DE BAJA PASTICIDAD * Cont. de Humedad= 26.85% * LL= 37.33% IP= 15.02% * % Sales= 0.20%	* Material duro humedo * Color marron amarillento claro * Muestra alterada
2.5 3.00 m	ML		*LIMO INORGANICO DE BAJA PASTICIDAD * Cont. de Humedad= 31.74% * LL= 33.91% IP= 9.32% * % Sales= 0.09%	* Material duro humedo * Color marron amarillento claro * Muestra alterada



UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



PERFIL ESTRATIGRAFICO

C - 12

RESPONSABLES DEL PROYECTO : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - chiclayo - lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : Distrito Pomalca - chiclayo - lambayeque

FECHA DE LOS ENSAYOS : 24 de febrero del 2014

COTAS :		Referencia : Nivel de terreno	Nivel Freático :	-1.85 m
		Superficie : +/- 0.00m	Profundidad :	-3.00 m
MUESTRA PROF. EST.	CLASIFIC. SUCS	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
0.5 0.55 m				* Material relleno, raices, basura
1.0 1.10 m	CL		*ARCILLA INORGANICA DE BAJA PASTICIDAD * Cont. de Humedad= 23.42% * LL= 45.28% IP= 21.87% * % Sales= 0.00%	* Material duro * Color marron claro * Muestra alterada
1.5 2.0 2.0 N.F. 1.85m 	ML		*LIMO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD * Cont. de Humedad= 27.00% * LL= 30.08% IP= 4.74% * % Sales= 0.56%	* Material duro humedo * Color marron amarillento claro * Muestra alterada
2.5 3.0 3.00 m				



PERFIL ESTRATIGRAFICO

C - 13

RESPONSABLES DEL PROYECTO

: Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto

Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS

: "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS

: Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

FECHA DE LOS ENSAYOS

: 24 de febrero del 2014

COTAS :		Referencia	: Nivel de terreno	Nivel Freático	: -2.50 m
		Superficie	: +/- 0.00m	Profundidad	: -3.00 m
MUESTRA PROF. EST.	CLASIFIC. SUCS	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	OBSERVACIONES	
0.5 0.60 m				* Material relleno, raíces, basura	
1.0 1.70 m	CL		*ARCILLA INORGANICA DE BAJA PASTICIDAD * Cont. de Humedad= 22.18% * LL= 34.06% IP= 15.79% * % Sales= 0.00%	* Material duro * Color marron claro * Muestra alterada	
2.0 2.5 3.00 m	ML		*LIMO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD * Cont. de Humedad= 33.07% * LL= 29.38% IP= 6.29% * % Sales= 0.04%	* Material duro humedo * Color marron amarillento claro * Muestra alterada	



PERFIL ESTRATIGRAFICO

C - 14

RESPONSABLES DEL PROYECTO : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - chiclayo - lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : Distrito Pomalca - chiclayo - lambayeque

FECHA DE LOS ENSAYOS : 24 de febrero del 2014

COTAS :		Referencia : Nivel de terreno	Nivel Freático :	-2.60 m
		Superficie : +/- 0.00m	Profundidad :	-3.00 m
MUESTRA PROF. EST.	CLASIFIC. SUCS	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
0.5 1.0 1.25 m				* Material relleno, raices, basura
1.5 2.0 2.40 m	CL		*ARCILLA INORGANICA DE BAJA PASTICIDAD * Cont. de Humedad= 27.62% * LL= 41.01% IP= 15.84% * % Sales= 0.75%	* Material duro * Color marron claro * Muestra alterada
2.5 N.F. 2.60m 3.00 m	ML		*LIMO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD * Cont. de Humedad= 30.74% * LL= 39.66% IP= 13.23% * % Sales= 1.01%	* Material duro humedo * Color marron amarillento claro * Muestra alterada



PERFIL ESTRATIGRAFICO


C - 15

RESPONSABLES DEL PROYECTO : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belón, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

FECHA DE LOS ENSAYOS : 24 de febrero del 2014

COTAS :		Referencia : Nivel de terreno	Nivel Freático :	-2.40 m
		Superficie : +/- 0.00m	Profundidad :	-3.00 m
MUESTRA PROF. EST.	CLASIFIC. SUCS	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
0.5 1.0 1.5 1.50 m				* Material relleno, raíces, basura
2.0 2.30 m N.F. 2.40m	CL		* ARCILLA INORGANICA DE BAJA PASTICIDAD * Cont. de Humedad= 28.25% * LL= 35.48% IP= 13.69% * % Sales= 0.67%	* Material duro * Color marrón claro * Muestra alterada
2.5 3.0 3.00 m	SC		* ARENA ARCILLOSA * Cont. de Humedad= 30.77% * LL= 36.21% IP= 11.92% * % Sales= 0.92%	* Material duro humedo * Color marrón amarillento claro * Muestra alterada



PERFIL ESTRATIGRAFICO

C - 16

RESPONSABLES DEL PROYECTO : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - chidlayo - lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : Distrito Pomalca - chidlayo - lambayeque

FECHA DE LOS ENSAYOS : 24 de febrero del 2014

COTAS :		Referencia : Nivel de terreno	Nivel Freático :	-2.70 m
		Superficie : +/- 0.00m	Profundidad :	-3.00 m
MUESTRA PROF. EST.	CLASIFIC. SUCS	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
0.50 m				* Material relleno, raices, basura
1.0 1.65 m	ML		* LIMO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD * Cont. de Humedad= 22.55% * LL= 36.01% IP= 11.13% * % Sales= 0.05%	* Material duro humedo * Color marron amarillento claro * Muestra alterada
2.0 1.90 m	ML		* LIMO DE BAJA PLASTICIDAD * Cont. de Humedad= 22.12% * LL= 27.06% IP= 4.69% * % Sales= 0.22%	* Material duro humedo * Color marron amarillento claro * Muestra alterada
2.5 N.F. 2.70m 3.00 m	CL		* ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD * Cont. de Humedad= 27.21% * LL= 43.80% IP= 19.89% * % Sales= 0.13%	* Material duro humedo * Color marron amarillento claro * Muestra alterada



PERFIL ESTRATIGRAFICO

C - 17

RESPONSABLES DEL PROYECTO : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

FECHA DE LOS ENSAYOS : 24 de febrero del 2014

COTAS :		Referencia : Nivel de terreno	Nivel Freático :	-2.30 m
		Superficie : +/- 0.00m	Profundidad :	-3.00 m
MUESTRA PROF. EST.	CLASIFIC. SUCS	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
0.5 1.0 1.10 m				* Material relleno, raices, basura
1.5 2.0 N.F. 2.30m 2.5 3.0 3.00 m	CH		*ARCILLA INORGANICA DE ALTA PASTICIDAD * Cont. de Humedad= 24.66% * LL= 56.14% IP= 30.69% * % Sales= 1.24%	* Material duro humedo * Color marron amarillento claro * Muestra alterada



PERFIL ESTRATIGRAFICO

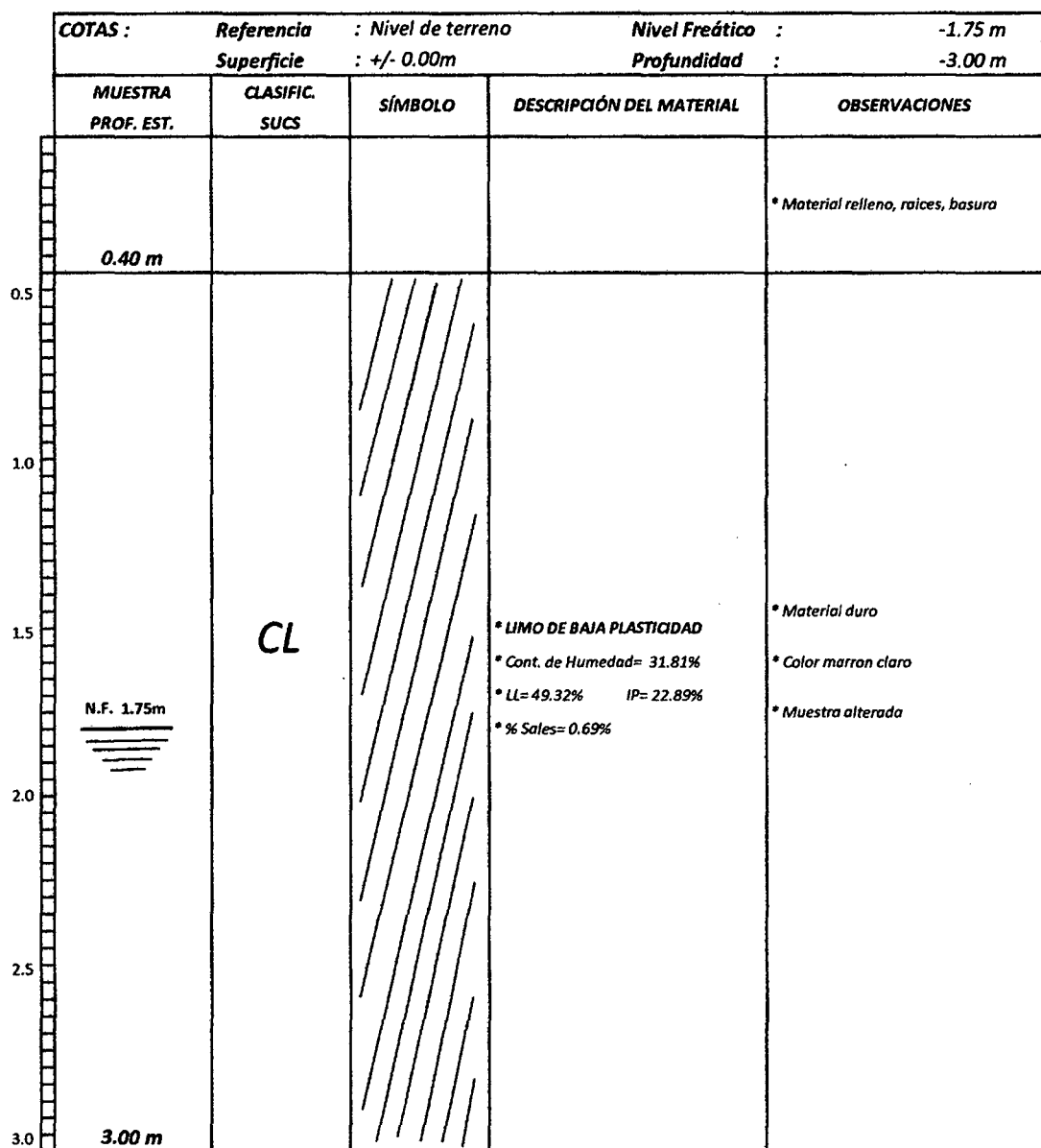
C - 19

RESPONSABLES DEL PROYECTO : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - chiclayo - lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : Distrito Pomalca - chiclayo - lambayeque

FECHA DE LOS ENSAYOS : 24 de febrero del 2014





CONTENIDO DE HUMEDAD

RESPONSABLES DEL PROYECTO

: Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto

Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS

: "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belón, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS

: Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

FECHA DE LOS ENSAYOS

: 14 de marzo del 2014

CALICATA Nº / MUESTRA Nº	C-1/M-1	C-1/M-2	C-1/M-3	C-2/M-1	C-2/M-2	C-3/M-1
CÁPSULA Nº	305	322	222	356	389	388
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	83.04	98.60	94.71	85.49	80.67	76.15
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	73.20	82.54	77.68	76.52	69.31	67.77
3. Peso del agua (gr)	9.84	16.06	17.03	8.97	11.36	8.38
4. Peso de la cápsula (gr)	21.53	20.71	21.09	22.40	21.54	20.51
5. Peso suelo seco (gr)	51.67	61.83	56.59	54.12	47.77	47.26
6. Contenido de humedad(%)	19.04%	25.97%	30.09%	16.57%	23.78%	17.73%

CALICATA Nº / MUESTRA Nº	C-3/M-2	C-3/M-3	C-3/M-4	C-4/M-1	C-4/M-2	C-5/M-1
CÁPSULA Nº	151	383	293	155	295	184
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	76.39	71.55	84.83	105.24	101.36	79.67
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	65.47	63.08	73.26	88.91	83.87	71.35
3. Peso del agua (gr)	10.92	8.47	11.57	16.33	17.49	8.32
4. Peso de la cápsula (gr)	21.71	22.22	21.96	22.02	21.06	21.78
5. Peso suelo seco (gr)	43.76	40.86	51.30	66.89	62.81	49.57
6. Contenido de humedad(%)	24.95%	20.73%	22.55%	24.41%	27.85%	16.78%

CALICATA Nº / MUESTRA Nº	C-5/M-2	C-5/M-3	C-5/M-4	C-6/M-1	C-6/M-2	C-6/M-3
CÁPSULA Nº	299	135	063	079	268	138
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	93.36	86.82	105.60	72.21	82.96	78.10
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	78.79	73.79	86.21	64.14	72.60	64.30
3. Peso del agua (gr)	14.57	13.03	19.39	8.07	10.36	13.80
4. Peso de la cápsula (gr)	21.42	21.23	21.70	21.59	21.34	21.41
5. Peso suelo seco (gr)	57.37	52.56	64.51	42.55	51.26	42.89
6. Contenido de humedad(%)	25.40%	24.79%	30.06%	18.97%	20.21%	32.18%

CALICATA Nº / MUESTRA Nº	C-7/M-1	C-7/M-2	C-8/M-1	C-8/M-2	C-9/M-1	C-9/M-2
CÁPSULA Nº	384	339	260	276	048	138
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	72.02	78.45	79.04	92.57	73.95	104.11
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	65.06	69.23	67.18	79.53	65.95	87.94
3. Peso del agua (gr)	6.96	9.22	11.86	13.04	8.00	16.17
4. Peso de la cápsula (gr)	21.18	22.45	21.77	21.80	21.01	21.80
5. Peso suelo seco (gr)	43.88	46.78	45.41	57.73	44.94	66.14
6. Contenido de humedad(%)	15.86%	19.71%	26.12%	22.59%	17.80%	24.45%



UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



CONTENIDO DE HUMEDAD

RESPONSABLES DEL PROYECTO

: Bach. Aguilar Lienque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS

: "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones
de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belón,
del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS

: Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

FECHA DE LOS ENSAYOS

: 14 de marzo del 2014

CALICATA Nº / MUESTRA Nº	C-10/M-1	C-10/M-2	C-10/M-3	C-11/M-1	C-11/M-2	C-11/M-3
CÁPSULA Nº	221	149	063	281	264	272
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	84.41	100.03	97.78	73.04	73.52	84.75
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	72.76	83.69	81.21	65.30	62.63	71.51
3. Peso del agua (gr)	11.65	16.34	16.57	7.74	10.89	13.24
4. Peso de la cápsula (gr)	21.50	21.36	22.36	22.13	22.44	22.20
5. Peso suelo seco (gr)	51.26	62.33	58.85	43.17	40.19	49.31
6. Contenido de humedad(%)	22.73%	26.22%	28.16%	17.93%	27.10%	26.85%

CALICATA Nº / MUESTRA Nº	C-11/M-4	C-12/M-1	C-12/M-2	C-13/M-1	C-13/M-2	C-14/M-1
CÁPSULA Nº	199	113	235	331	015	186
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	86.85	71.88	90.10	75.04	91.51	87.94
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	71.01	62.27	75.50	65.23	74.09	73.49
3. Peso del agua (gr)	15.84	9.61	14.60	9.81	17.42	14.45
4. Peso de la cápsula (gr)	21.10	21.24	21.42	21.01	21.42	21.18
5. Peso suelo seco (gr)	49.91	41.03	54.08	44.22	52.67	52.31
6. Contenido de humedad(%)	31.74%	23.42%	27.00%	22.18%	33.07%	27.62%

CALICATA Nº / MUESTRA Nº	C-14/M-2	C-15/M-1	C-15/M-2	C-16/M-1	C-16/M-2	C-16/M-3
CÁPSULA Nº	057	310	258	081	292	087
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	97.31	90.96	74.28	81.57	100.85	91.88
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	79.47	75.87	61.93	70.65	86.47	76.94
3. Peso del agua (gr)	17.84	15.09	12.35	10.92	14.38	14.94
4. Peso de la cápsula (gr)	21.44	22.45	21.80	22.22	21.46	22.04
5. Peso suelo seco (gr)	58.03	53.42	40.13	48.43	65.01	54.90
6. Contenido de humedad(%)	30.74%	28.25%	30.77%	22.55%	22.12%	27.21%

CALICATA Nº / MUESTRA Nº	C-17/M-1	C-18/M-1	C-18/M-2	C-18/M-3	C-18/M-4	C-19/M-1
CÁPSULA Nº	024	059	277	222	226	052
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	71.06	87.35	106.90	112.78	88.39	80.15
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	61.26	75.56	88.66	93.40	71.60	66.16
3. Peso del agua (gr)	9.80	11.79	18.24	19.38	16.79	13.99
4. Peso de la cápsula (gr)	21.52	21.91	21.88	21.39	21.78	22.18
5. Peso suelo seco (gr)	39.74	53.65	66.78	72.01	49.82	43.98
6. Contenido de humedad(%)	24.66%	21.98%	27.31%	26.91%	33.70%	31.81%



UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

RESPONSABLES : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
 Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belón, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

FECHA DE LOS ENSAYOS : 01 de abril del 2014

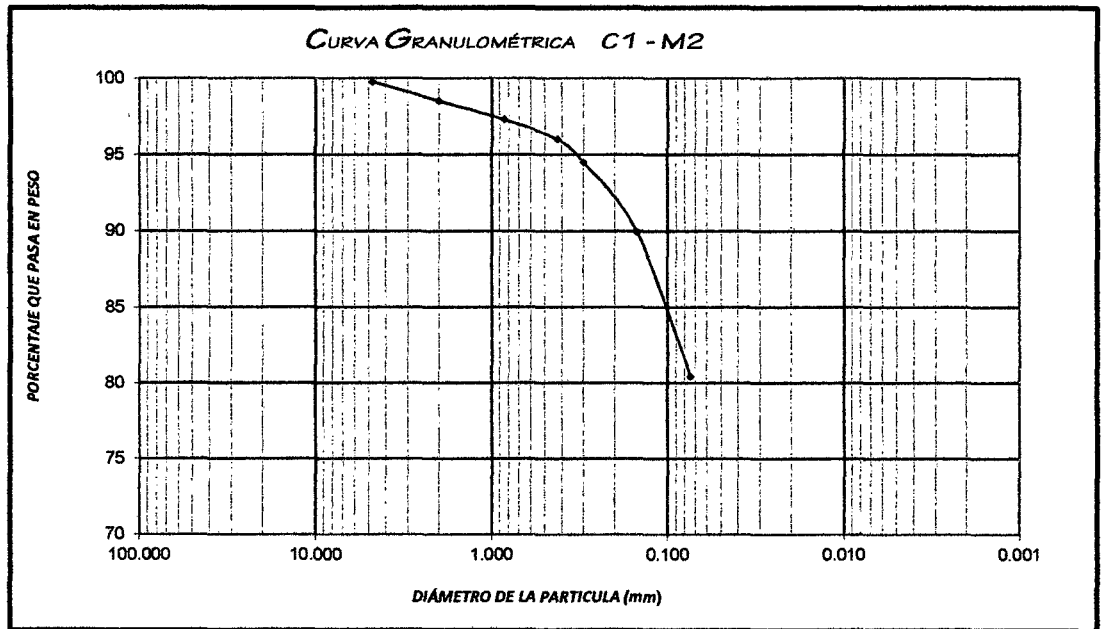
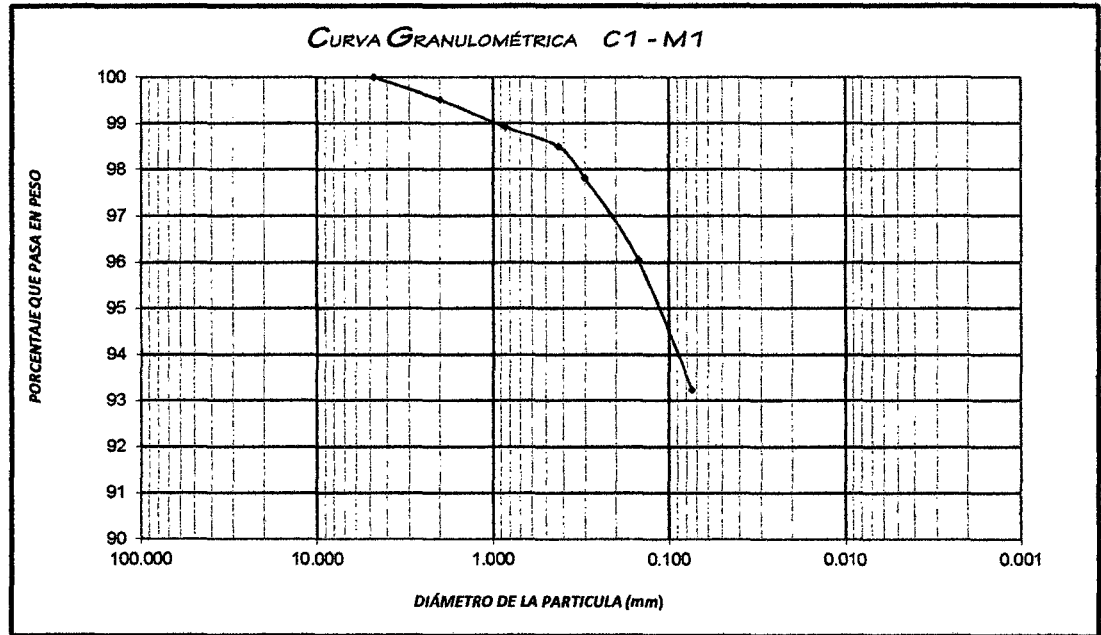
POZO/MUESTRA		C - 1 / M - 1			C - 1 / M - 2			C - 1 / M - 3		
PROFUNDIDAD (m)		0.50			1.20			2.70		
ESPESOR DE ESTRATO (m)		0.70			1.50			-		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO										
PESO ORIGINAL		200.00			200.00			200.00		
PERD. LAVADO		186.36			160.48			168.60		
PESO TAMIZADO		13.64			39.52			31.40		
ABERTURA DE MALLA		PESO			PESO			PESO		
PULG.	M.M.	EN GR.	% RET.	% PASA	EN GR.	% RET.	% PASA	EN GR.	% RET.	% PASA
3"	75.00									
2"	50.00									
1 1/2"	38.10									
1"	25.00									
3/4"	19.00									
1/2"	12.50									
3/8"	9.50						100.00			100.00
N° 4	4.75			100.00	0.42	0.21	99.79	2.19	1.10	98.91
N° 10	2.00	0.97	0.49	99.52	2.49	1.25	98.55	5.26	2.63	96.28
N° 20	0.85	1.19	0.60	98.92	2.46	1.23	97.32	2.26	1.13	95.15
N° 40	0.425	0.83	0.42	98.51	2.57	1.29	96.03	0.96	0.48	94.67
N° 50	0.30	1.37	0.69	97.82	2.99	1.50	94.54	0.66	0.33	94.34
N° 100	0.15	3.54	1.77	96.05	9.14	4.57	89.97	3.85	1.93	92.41
N° 200	0.074	5.62	2.81	93.24	19.01	9.51	80.46	15.52	7.76	84.65
PLATILLO		0.12			0.44			0.70		
SUMATORIA		186.48	93.24		160.92	80.46		169.30	84.65	
LÍMITE LÍQUIDO (%)		37.47%			34.00%			32.35%		
LÍMITE PLÁSTICO (%)		23.08%			19.11%			21.30%		
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		14.38%			14.90%			11.05%		
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (%)		(**)			(**)			(**)		
PESO VOLUM. SECO COMP.										
PESO VOLUM. SECO SUELTO										
PESO ESPEC. RELAT. DE SÓLIDOS		2.52			2.69			2.57		
PORCENTAJE DE SALES (%)		2.42%			0.67%			0.14%		
HUMEDAD NATURAL (%)		19.04%			25.97%			30.09%		
CLASIFICACIÓN SUCS		CL			CL			CL		

(*) Debido a que el porcentaje que pasa la malla N°200 es menor que el 5% no se realizaron los Límites de Atterberg.

(**) Debido a que el Límite Líquido es menor que el 50% no se realizó Límite de Contracción.

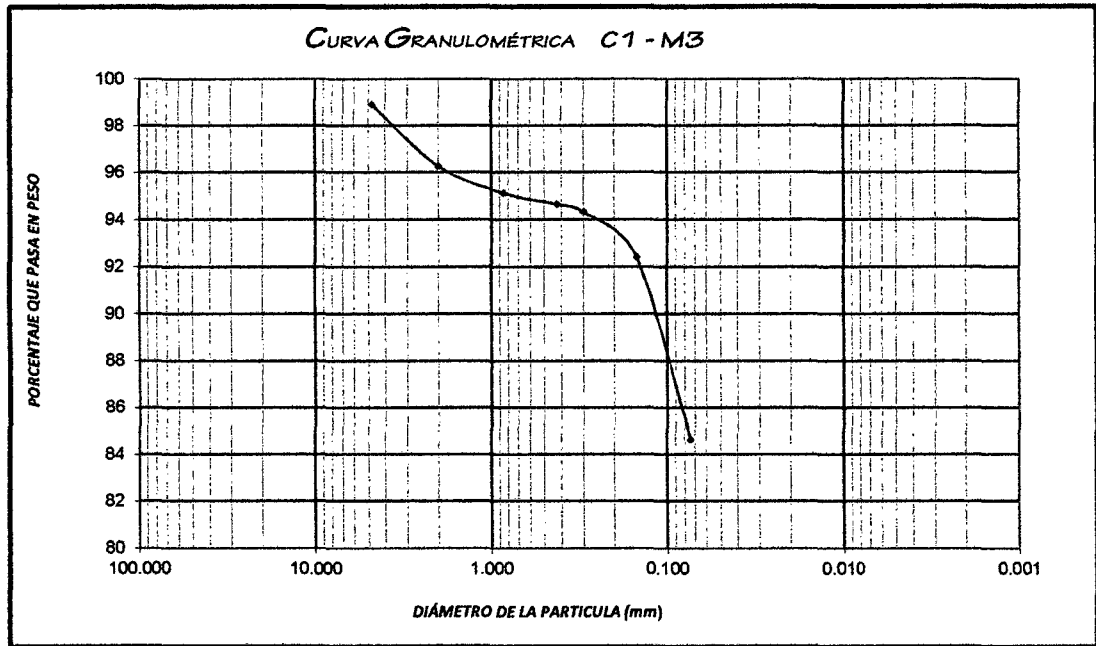


UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

RESPONSABLES : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belón, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

FECHA DE LOS ENSAYOS : 01 de abril del 2014

POZO/MUESTRA		C - 2 / M - 1			C - 2 / M - 2					
PROFUNDIDAD (m)		0.90			1.65					
ESPESOR DE ESTRATO (m)		0.75			-					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO										
PESO ORIGINAL		200.00			200.00					
PERD. LAVADO		169.81			178.37					
PESO TAMIZADO		30.19			21.63					
ABERTURA DE MALLA		PESO			PESO			PESO		
PULG.	M.M.	EN GR.	% RET.	% PASA	EN GR.	% RET.	% PASA	EN GR.	% RET.	% PASA
3"	75.00									
2"	50.00									
1 1/2"	38.10									
1"	25.00									
3/4"	19.00						100.00			
1/2"	12.50			100.00	3.49	1.75	98.26			
3/8"	9.50	1.74	0.87	99.13	1.07	0.54	97.72			
N° 4	4.75	0.30	0.15	98.98	4.39	2.20	95.53			
N° 10	2.00	1.04	0.52	98.46	2.71	1.36	94.17			
N° 20	0.85	0.76	0.38	98.08	1.15	0.58	93.60			
N° 40	0.425	0.85	0.43	97.66	0.39	0.20	93.40			
N° 50	0.30	2.43	1.22	96.44	0.66	0.33	93.07			
N° 100	0.15	7.44	3.72	92.72	3.12	1.56	91.51			
N° 200	0.074	15.38	7.69	85.03	4.56	2.28	89.23			
PLATILLO		0.25	0.13		0.09	0.05				
SUMATORIA		170.06	85.03		178.46	89.23				
LÍMITE LÍQUIDO (%)		35.57%			55.47%					
LÍMITE PLÁSTICO (%)		20.41%			27.26%					
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		15.16%			28.21%					
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (%)		(**)			25.81%					
PESO VOLUM. SECO COMP.										
PESO VOLUM. SECO SUELTO										
PESO ESPEC. RELAT. DE SÓLIDOS		2.64			2.70					
PORCENTAJE DE SALES (%)		0.52%			0.26%					
HUMEDAD NATURAL (%)		16.57%			23.78%					
CLASIFICACIÓN SUCS		CL			CH					

(*) Debido a que el porcentaje que pasa la malla N°200 es menor que el 5% no se realizaron los Límites de Atterberg.

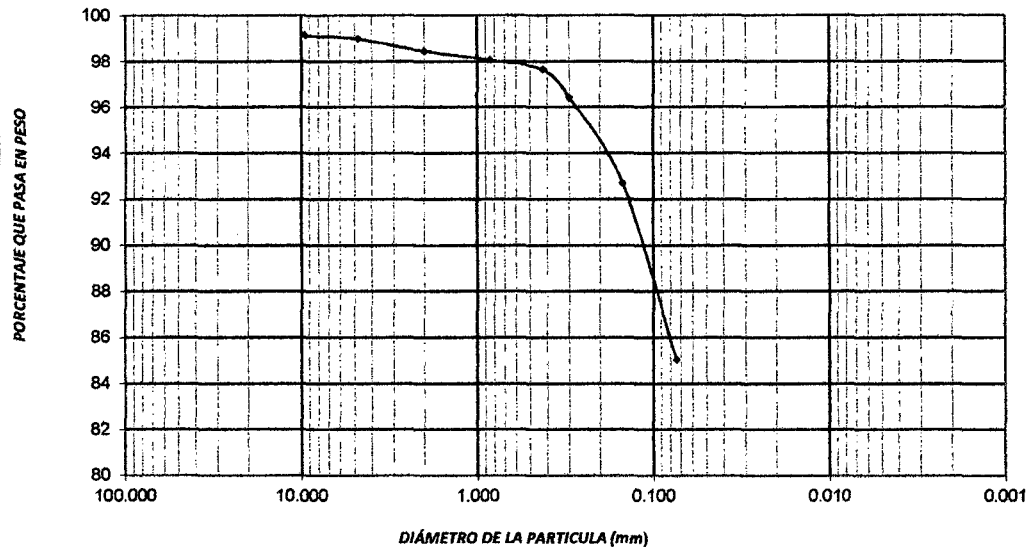
(**) Debido a que el Límite Líquido es menor que el 50% no se realizó Límite de Contracción.



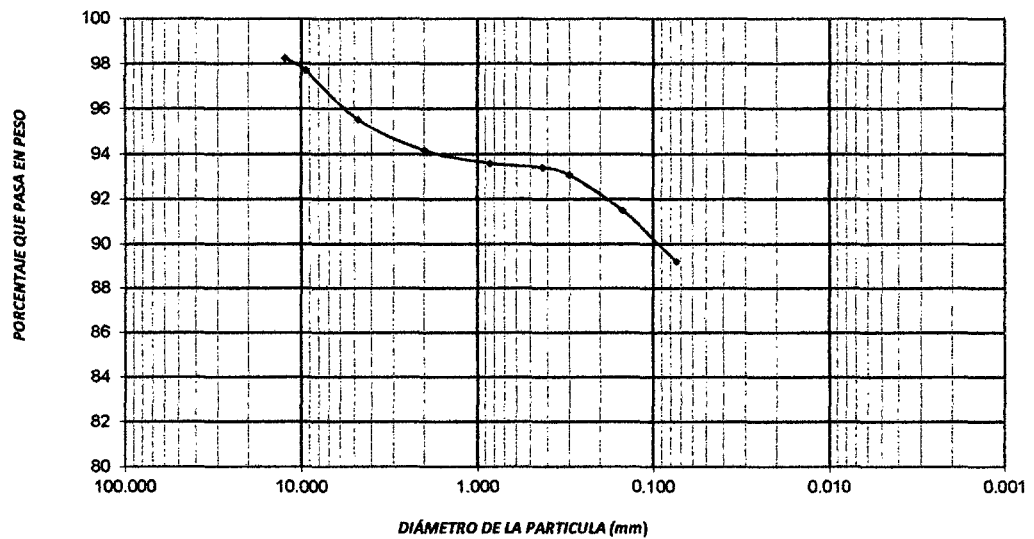
UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



CURVA GRANULOMÉTRICA C2 - M1



CURVA GRANULOMÉTRICA C2 - M2





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

RESPONSABLES : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

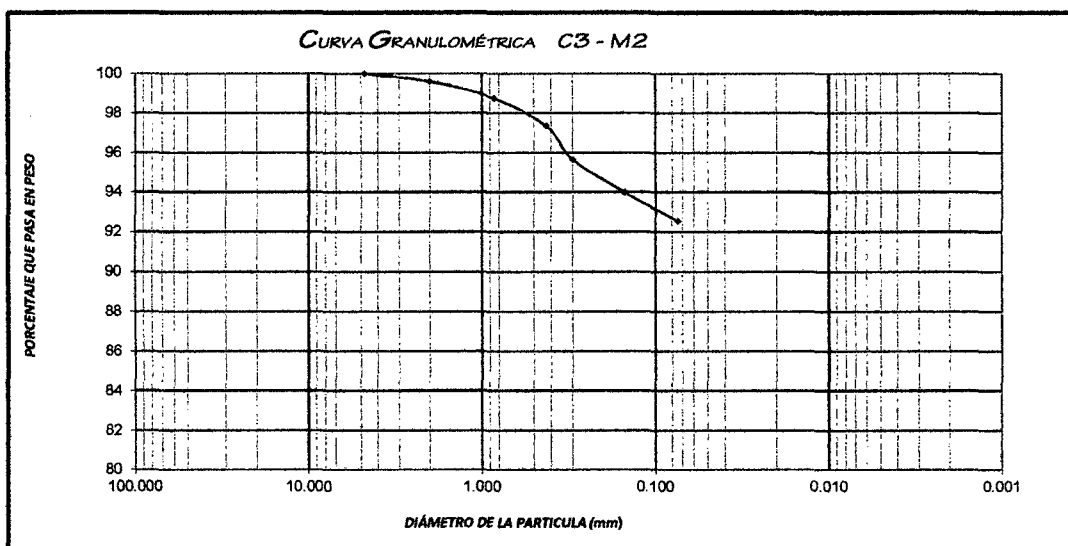
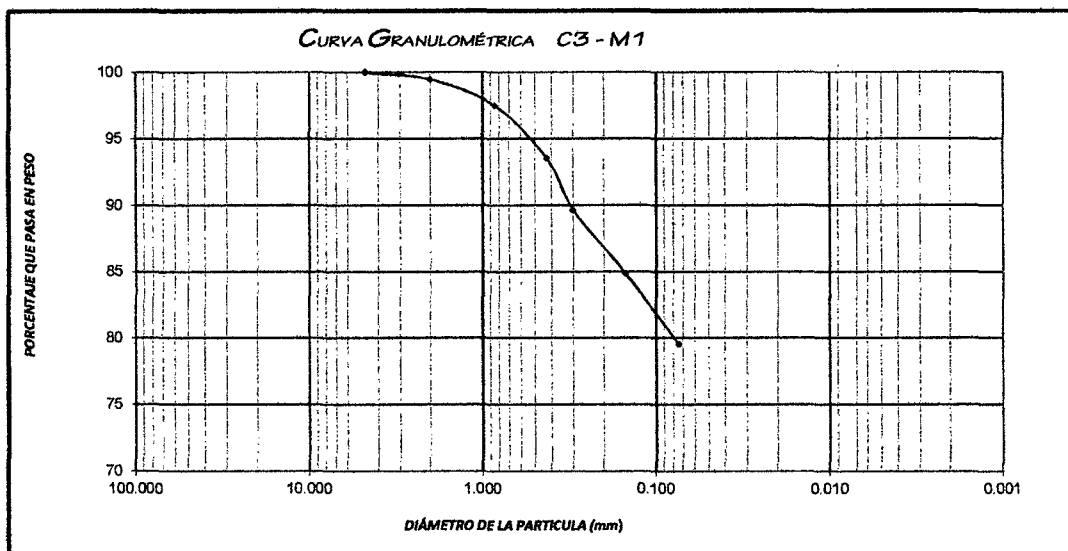
PROCEDENCIA DE MUESTRAS : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

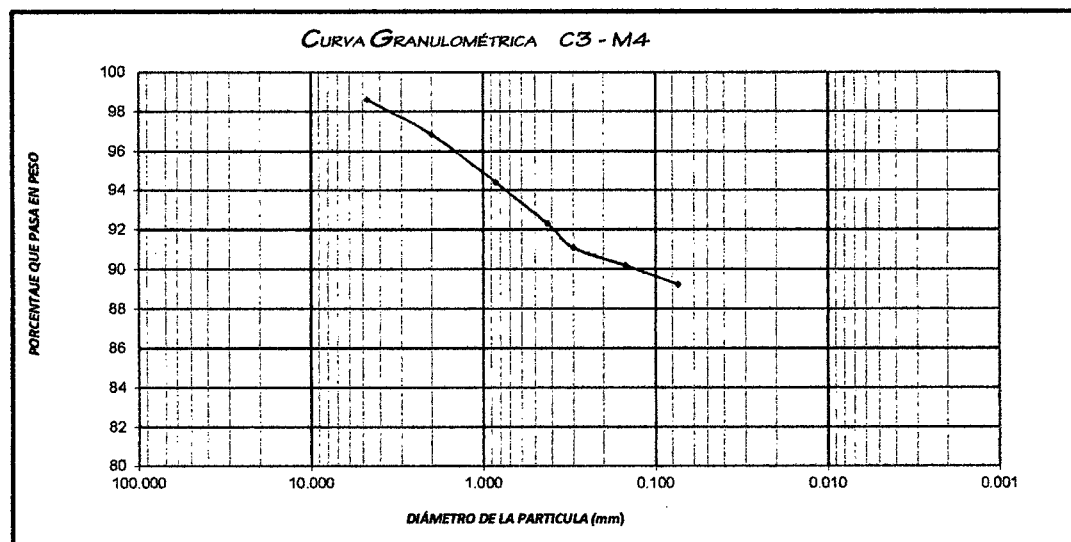
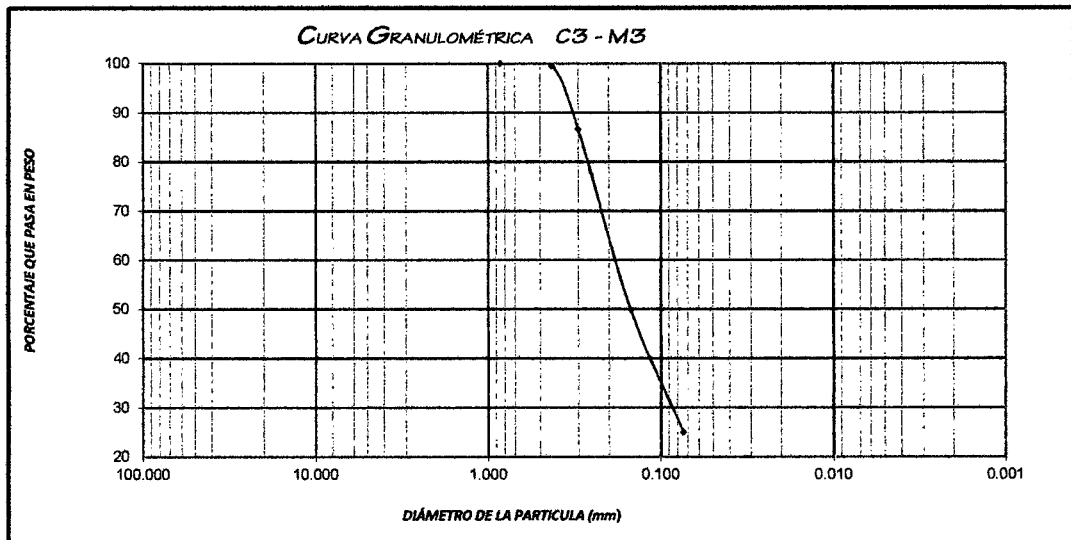
FECHA DE LOS ENSAYOS : 01 de abril del 2014

POZO/MUESTRA		C - 3 / M - 1			C - 3 / M - 2			C - 3 / M - 3			C - 3 / M - 4		
PROFUNDIDAD (m)		0.60			1.05			1.50			1.95		
ESPESOR DE ESTRATO (m)		0.45			0.45			0.45			1.05		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO													
PESO ORIGINAL		200.00			200.00			200.00			200.00		
PERD. LAVADO		158.58			184.96			48.44			178.29		
PESO TAMIZADO		41.42			15.04			151.56			21.71		
ABERTURA DE MALLA		PESO			PESO			PESO			PESO		
PULG.	M.M.	EN GR.	% RET.	% PASA	EN GR.	% RET.	% PASA	EN GR.	% RET.	% PASA	EN GR.	% RET.	% PASA
3"	75.00												
2"	50.00												
1 1/2"	38.10												
1"	25.00												
3/4"	19.00												
1/2"	12.50												
3/8"	9.50			100.00			100.00			100.00			100.00
N° 4	4.75		0.00	100.00		0.00	100.00		0.00	100.00	2.76	1.38	98.62
N° 10	2.00	1.04	0.52	99.48	0.77	0.39	99.62		0.00	100.00	3.51	1.76	96.87
N° 20	0.85	3.98	1.99	97.49	1.70	0.85	98.77	0.11	0.06	99.95	4.90	2.45	94.42
N° 40	0.425	7.91	3.96	93.54	2.80	1.40	97.37	0.86	0.43	99.52	4.20	2.10	92.32
N° 50	0.30	7.77	3.89	89.65	3.38	1.69	95.68	25.73	12.87	86.65	2.42	1.21	91.11
N° 100	0.15	9.58	4.79	84.86	3.37	1.69	93.99	73.21	36.61	50.05	1.80	0.90	90.21
N° 200	0.074	10.65	5.33	79.54	2.85	1.43	92.57	50.18	25.09	24.96	1.94	0.97	89.24
PLATILLO		0.49	0.25		0.17	0.09		1.47	0.74		0.18	0.09	
SUMATORIA		159.07	79.54		185.13	92.57		49.91	24.96		178.47	89.24	
LÍMITE LÍQUIDO (%)		40.25%			41.51%			27.47%			33.14%		
LÍMITE PLÁSTICO (%)		21.21%			23.69%			22.79%			23.68%		
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		19.03%			17.82%			4.68%			9.46%		
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (%)		(**)			(**)			(**)			(**)		
PESO VOLUM. SECO COMP.													
PESO VOLUM. SECO SUELTO													
PESO ESPEC. RELAT. DE SÓLIDOS		2.51			2.55			2.63			2.60		
PORCENTAJE DE SALES (%)		0.66%			0.06%			0.07%			0.06%		
HUMEDAD NATURAL (%)		17.73%			24.95%			20.73%			22.55%		
CLASIFICACIÓN SUCS		CL			CL			SC-SM			ML		

(*) Debido a que el porcentaje que pasa la malla N°200 es menor que el 5% no se realizaron los Límites de Atterberg.

(**) Debido a que el Límite Líquido es menor que el 50% no se realizó Límite de Contracción.







UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

RESPONSABLES : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

FECHA DE LOS ENSAYOS : 01 de abril del 2014

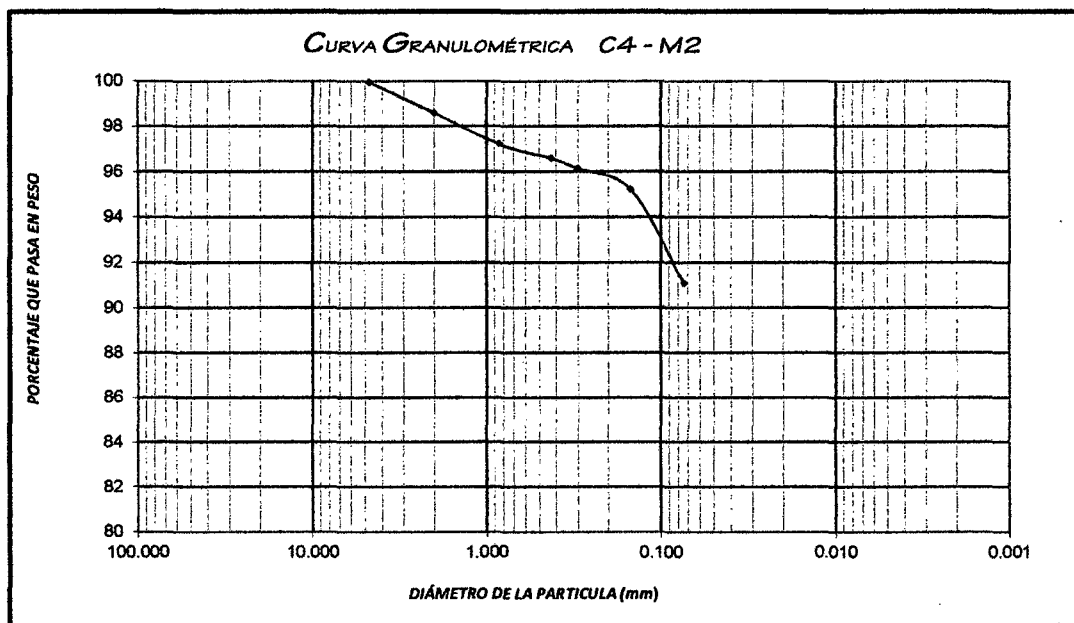
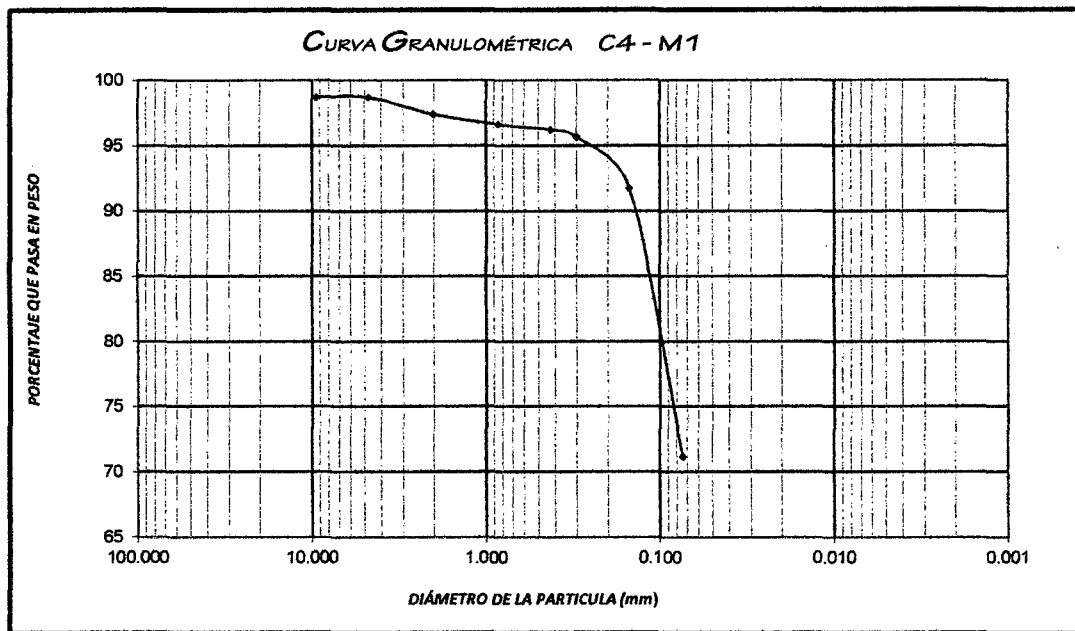
POZO/MUESTRA		C- 4 / M - 1			C - 4 / M - 2					
PROFUNDIDAD (m)		1.65			2.20					
ESPESOR DE ESTRATO (m)		0.55			0.80					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO										
PESO ORIGINAL		200.00			200.00					
PERD. LAVADO		141.10			180.93					
PESO TAMIZADO		58.90			19.07					
ABERTURA DE MALLA		PESO			PESO					
PULG.	M.M.	EN GR.	% RET.	% PASA	EN GR.	% RET.	% PASA			
3"	75.00									
2"	50.00									
1 1/2"	38.10									
1"	25.00									
3/4"	19.00									
1/2"	12.50			100.00						
3/8"	9.50	2.54	1.27	98.73	1.15		100.00			
N° 4	4.75	0.00	0.00	98.73	0.06	0.03	99.97			
N° 10	2.00	2.61	1.31	97.43	2.74	1.37	98.60			
N° 20	0.85	1.55	0.78	96.65	2.73	1.37	97.24			
N° 40	0.425	0.80	0.40	96.25	1.27	0.64	96.60			
N° 50	0.30	1.15	0.58	95.68	0.89	0.45	96.16			
N° 100	0.15	7.80	3.90	91.78	1.85	0.93	95.23			
N° 200	0.074	41.20	20.60	71.18	8.24	4.12	91.11			
PLATILLO		1.25	0.63		0.14	0.07				
SUMATORIA		142.35	71.18		181.07	90.54				
LÍMITE LÍQUIDO (%)		30.59%			43.62%					
LÍMITE PLÁSTICO (%)		18.65%			25.45%					
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		11.94%			18.17%					
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (%)		(**)			(**)					
PESO VOLUM. SECO COMP.										
PESO VOLUM. SECO SUELTO										
PESO ESPEC. RELAT. DE SÓLIDOS		2.68			2.55					
PORCENTAJE DE SALES (%)		0.08%			0.09%					
HUMEDAD NATURAL (%)		24.41%			27.85%					
CLASIFICACIÓN SUCS		CL			CL					

(*) Debido a que el porcentaje que pasa la malla N°200 es menor que el 5% no se realizaron los Límites de Atterberg.

(**) Debido a que el Límite Líquido es menor que el 50% no se realizó Límite de Contracción.



UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

RESPONSABLES : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

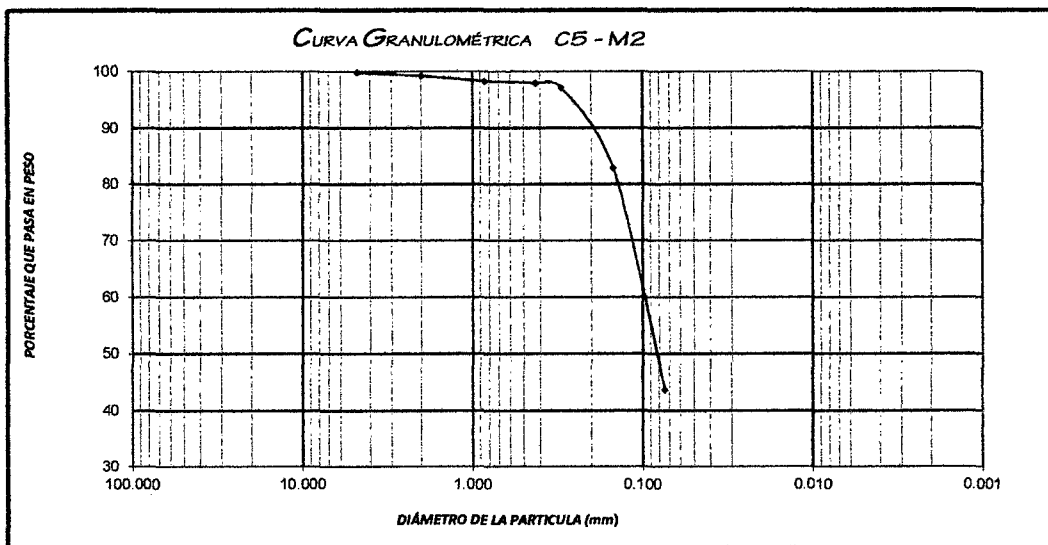
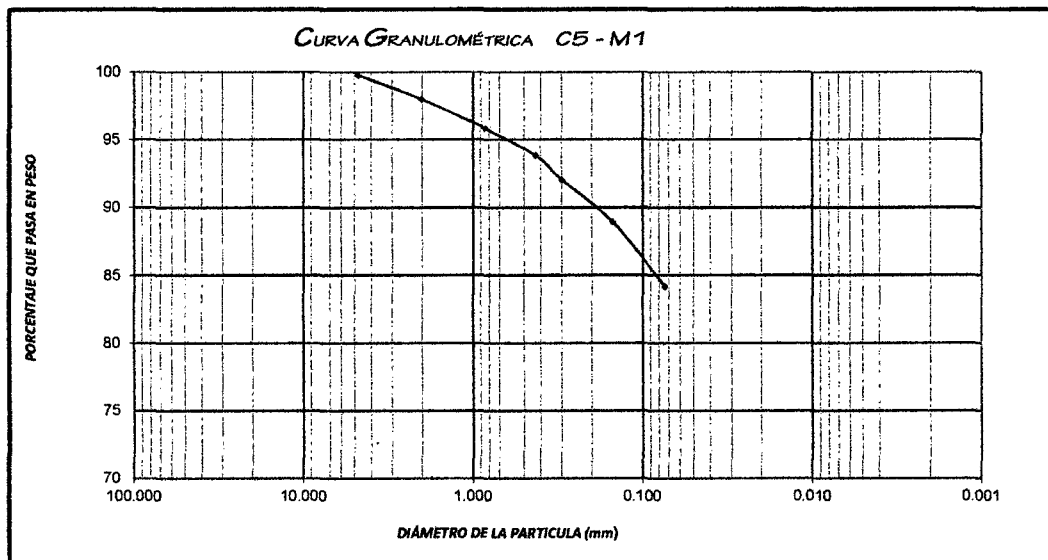
PROCEDENCIA DE MUESTRAS : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

FECHA DE LOS ENSAYOS : 01 de abril del 2014

POZO/MUESTRA		C - 5 / M - 1			C - 5 / M - 2			C - 5 / M - 3			C - 5 / M - 4		
PROFUNDIDAD (m)		0.40			1.00			1.80			2.30		
ESPESOR DE ESTRATO (m)		0.60			0.80			0.50			-		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO													
PESO ORIGINAL		200.00			200.00			200.00			200.00		
PERD. LAVADO		167.97			84.80			185.84			164.32		
PESO TAMIZADO		32.03			115.20			14.16			35.68		
ABERTURA DE MALLA		PESO			PESO			PESO			PESO		
PULG.	M.M.	EN GR.	% RET.	% PASA	EN GR.	% RET.	% PASA	EN GR.	% RET.	% PASA	EN GR.	% RET.	% PASA
3"	75.00												
2"	50.00												
1 1/2"	38.10												
1"	25.00												
3/4"	19.00												
1/2"	12.50												
3/8"	9.50			100.00			100.00			100.00			100.00
N° 4	4.75	0.42	0.21	99.79	0.30	0.15	99.85	3.16	1.58	98.42	3.72	1.86	98.14
N° 10	2.00	3.62	1.81	97.98	1.11	0.56	99.30	4.85	2.43	96.00	3.46	1.73	96.41
N° 20	0.85	4.28	2.14	95.84	1.90	0.95	98.35	2.21	1.11	94.89	1.64	0.82	95.59
N° 40	0.425	3.97	1.99	93.86	0.66	0.33	98.02	0.85	0.43	94.47	0.67	0.34	95.26
N° 50	0.30	3.56	1.78	92.08	1.63	0.82	97.20	0.60	0.30	94.17	0.37	0.19	95.07
N° 100	0.15	6.26	3.13	88.95	28.50	14.25	82.95	1.05	0.53	93.64	1.30	0.65	94.42
N° 200	0.074	9.52	4.76	84.19	78.53	39.27	43.69	1.38	0.69	92.95	19.37	9.69	84.74
PLATILLO		0.40	0.20		2.57	1.29		0.06	0.03		5.15	2.58	
SUMATORIA		168.37	84.19		87.37	43.69		185.90	92.95		169.47	84.74	
LÍMITE LÍQUIDO (%)		42.53%			28.82%			42.65%			35.59%		
LÍMITE PLÁSTICO (%)		21.20%			23.33%			30.13%			22.96%		
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		21.32%			5.49%			12.52%			12.63%		
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (%)		(**)			(**)			(**)			(**)		
PESO VOLUM. SECO COMP.													
PESO VOLUM. SECO SUELTO													
PESO ESPEC. RELAT. DE SÓLIDOS		2.66			2.55			2.64			2.58		
PORCENTAJE DE SALES (%)		1.19%			0.17%			3.04%			0.54%		
HUMEDAD NATURAL (%)		16.78%			25.40%			24.79%			30.06%		
CLASIFICACIÓN SUCS		CL			SC-SM			ML			CL		

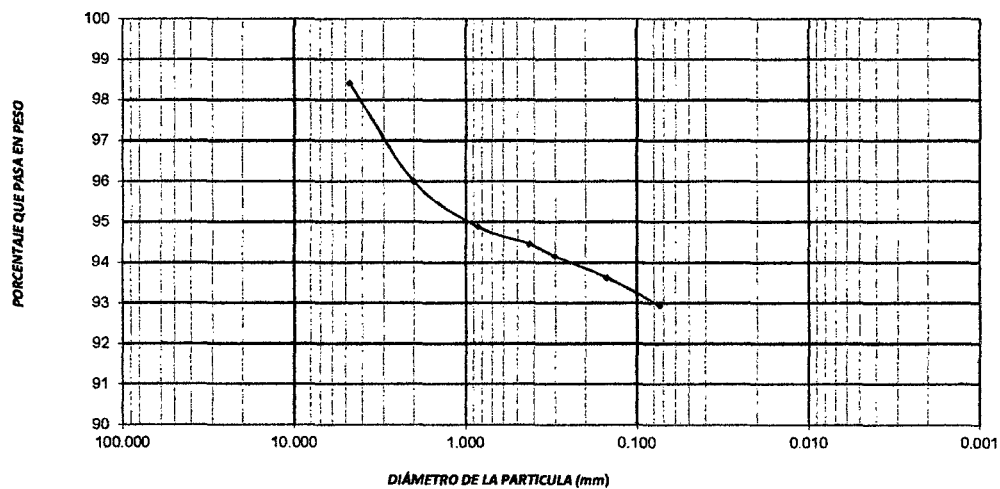
(*) Debido a que el porcentaje que pasa la malla N°200 es menor que el 5% no se realizaron los Límites de Atterberg.

(**) Debido a que el Límite Líquido es menor que el 50% no se realizó Límite de Contracción.

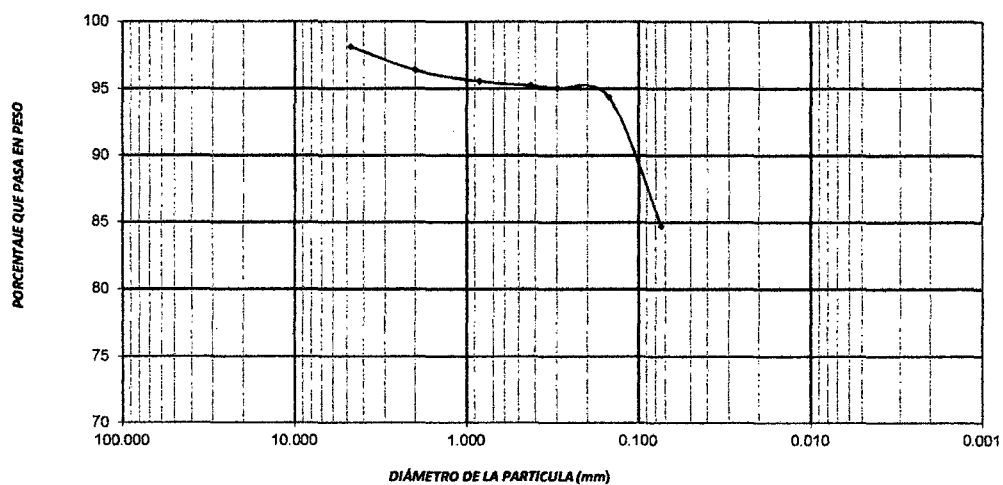




CURVA GRANULOMÉTRICA C5 - M3



CURVA GRANULOMÉTRICA C5 - M4





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

RESPONSABLES : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

FECHA DE LOS ENSAYOS : 01 de abril del 2014

POZO/MUESTRA		C- 6 / M - 1			C- 6 / M - 2			C - 6 / M - 3		
PROFUNDIDAD (m)		0.45			1.85			2.40		
ESPESOR DE ESTRATO (m)		1.40			0.55			-		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO										
PESO ORIGINAL		200.00			200.00			200.00		
PERD. LAVADO		159.66			121.73			186.62		
PESO TAMIZADO		40.34			78.27			13.38		
ABERTURA DE MALLA		PESO			PESO			PESO		
PULG.	M.M.	EN GR.	% RET.	% PASA	EN GR.	% RET.	% PASA	EN GR.	% RET.	% PASA
3"	75.00									
2"	50.00									
1 1/2"	38.10									
1"	25.00									
3/4"	19.00									
1/2"	12.50									100.00
3/8"	9.50			100.00			100.00	0.91	0.46	99.55
N° 4	4.75	3.57	1.79	98.22	2.21	1.11	98.90	0.40	0.20	99.35
N° 10	2.00	3.39	1.70	96.52	4.22	2.11	96.79	2.44	1.22	98.13
N° 20	0.85	1.48	0.74	95.78	3.19	1.60	95.19	1.28	0.64	97.49
N° 40	0.425	0.48	0.24	95.54	5.42	2.71	92.48	0.97	0.49	97.00
N° 50	0.30	1.38	0.69	94.85	14.13	7.07	85.42	1.43	0.72	96.29
N° 100	0.15	11.09	5.55	89.31	23.97	11.99	73.43	2.69	1.35	94.94
N° 200	0.074	18.09	9.05	80.26	22.48	11.24	62.19	3.23	1.62	93.33
PLATILLO		0.86	0.43		2.65	1.33		0.03	0.02	
SUMATORIA		160.52	80.26		124.38	62.19		186.65	93.33	
LÍMITE LÍQUIDO (%)		47.20%			35.24%			45.66%		
LÍMITE PLÁSTICO (%)		19.97%			19.68%			26.02%		
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		27.24%			15.57%			19.64%		
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (%)		(**)			(**)			(**)		
PESO VOLUM. SECO COMP.										
PESO VOLUM. SECO SUELTO										
PESO ESPEC. RELAT. DE SÓLIDOS		2.66			2.58			2.68		
PORCENTAJE DE SALES (%)		1.44%			2.75%			5.76%		
HUMEDAD NATURAL (%)		18.97%			20.21%			32.18%		
CLASIFICACIÓN SUCS		CL			CL			CL		

(*) Debido a que el porcentaje que pasa la malla N°200 es menor que el 5% no se realizaron los Límites de Atterberg.

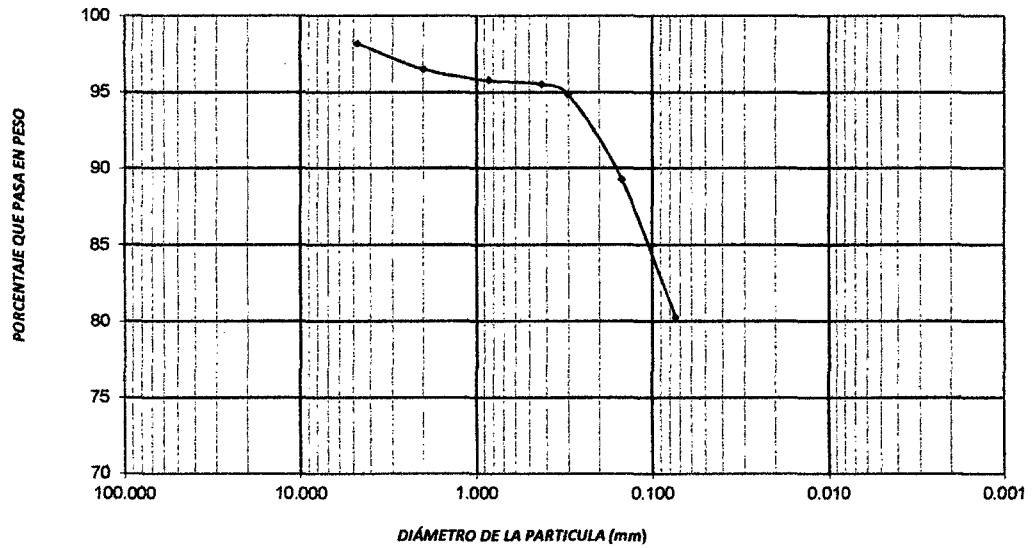
(**) Debido a que el Límite Líquido es menor que el 50% no se realizó Límite de Contracción.



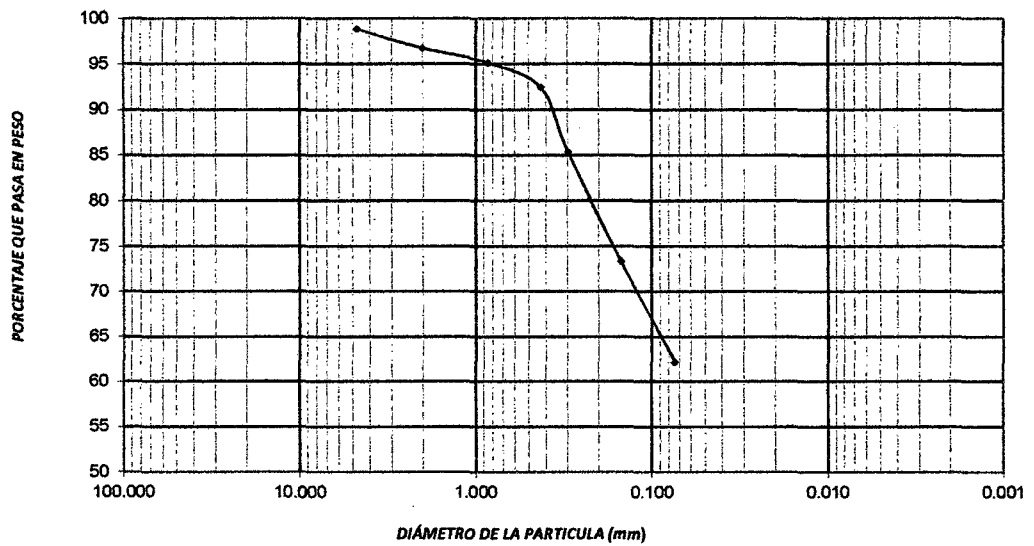
UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



CURVA GRANULOMÉTRICA C6 - M1

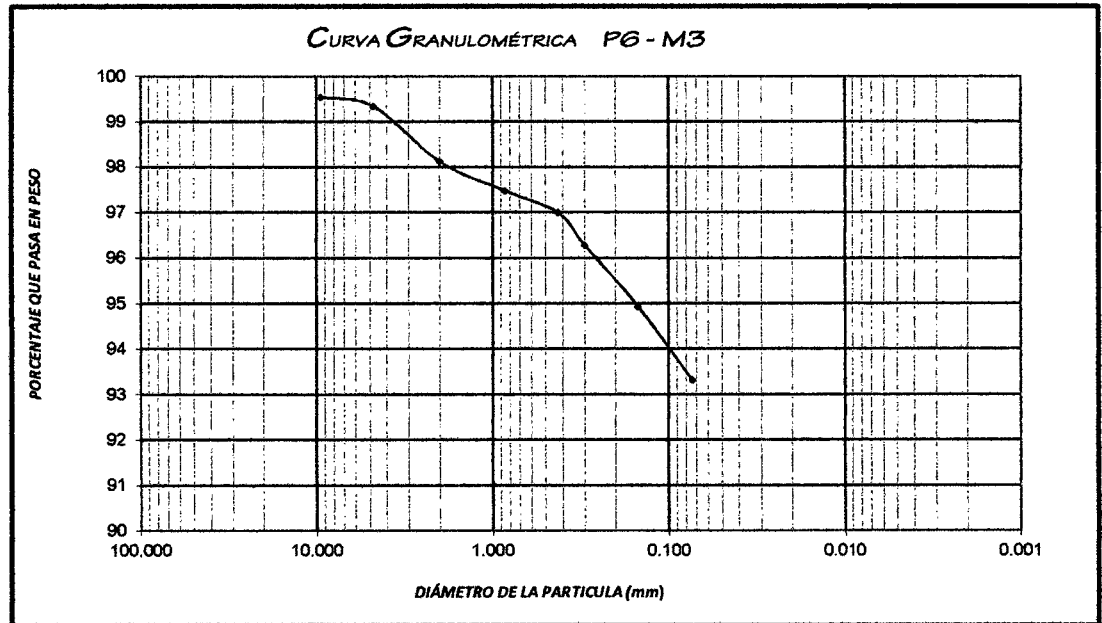


CURVA GRANULOMÉTRICA C6 - M2





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

RESPONSABLES : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

FECHA DE LOS ENSAYOS : 01 de abril del 2014

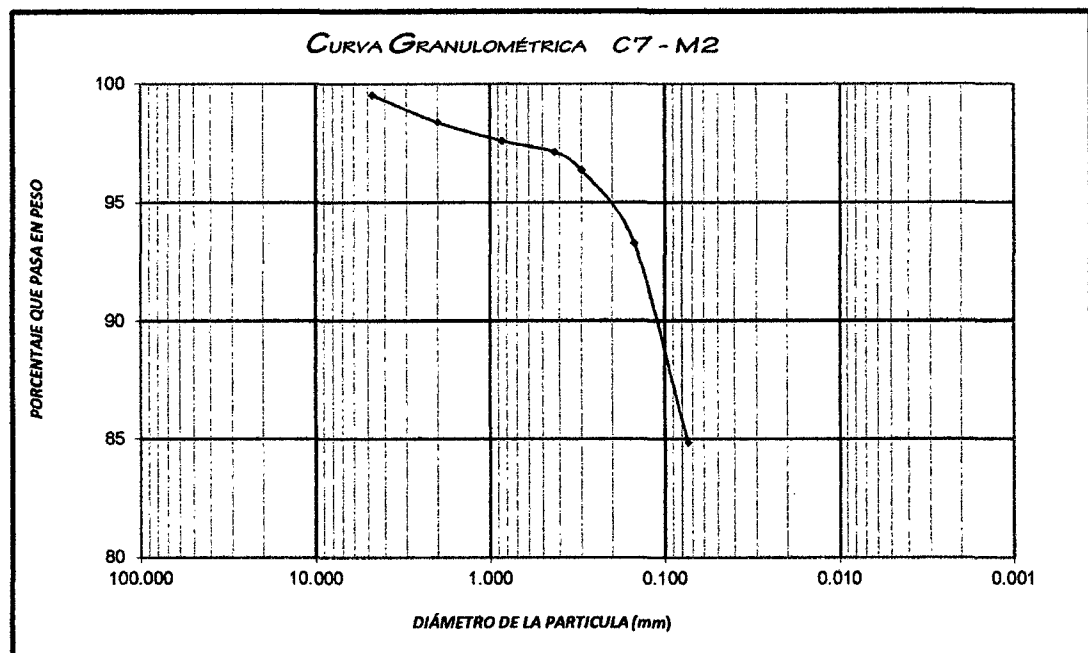
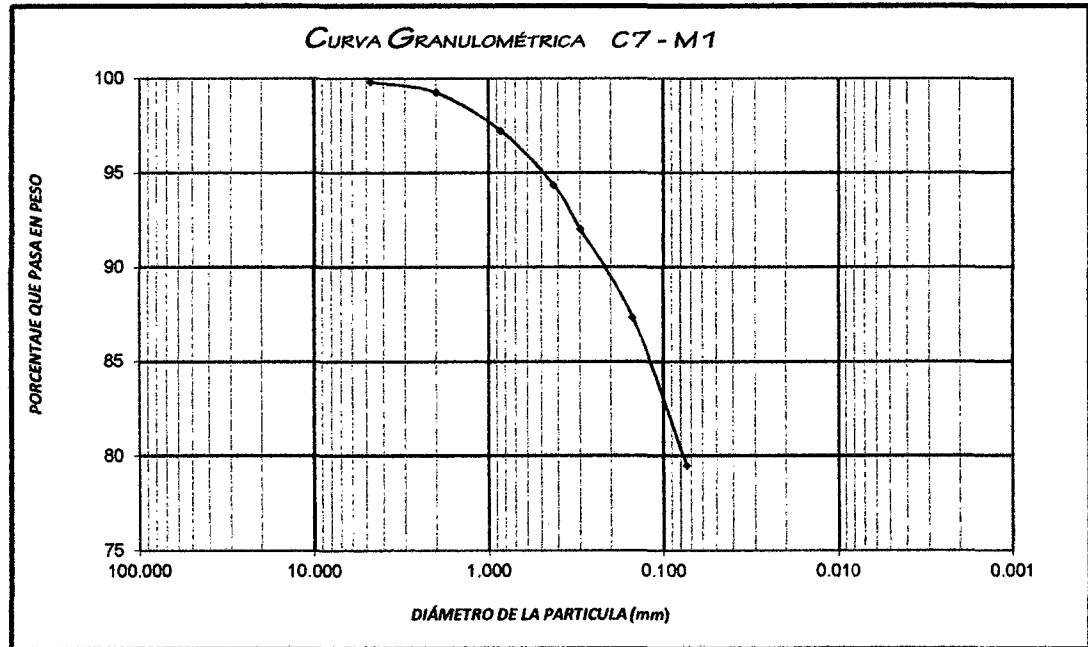
POZO/MUESTRA		C - 7 / M - 1			C - 7 / M - 2					
PROFUNDIDAD (m)		0.30			0.80					
ESPESOR DE ESTRATO (m)		0.50			-					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO										
PESO ORIGINAL		200.00			200.00					
PERD. LAVADO		158.60			169.27					
PESO TAMIZADO		41.40			30.73					
ABERTURA DE MALLA		PESO			PESO			PESO		
PULG.	M.M.	EN GR.	% RET.	% PASA	EN GR.	% RET.	% PASA	EN GR.	% RET.	% PASA
3"	75.00									
2"	50.00									
1 1/2"	38.10									
1"	25.00									
3/4"	19.00									
1/2"	12.50									
3/8"	9.50			100.00			100.00			
N° 4	4.75	0.33	0.17	99.84	0.96	0.48	99.52			
N° 10	2.00	1.14	0.57	99.27	2.27	1.14	98.39			
N° 20	0.85	4.04	2.02	97.25	1.57	0.79	97.60			
N° 40	0.425	5.73	2.87	94.38	0.95	0.48	97.13			
N° 50	0.30	4.69	2.35	92.04	1.53	0.77	96.36			
N° 100	0.15	9.36	4.68	87.36	6.14	3.07	93.29			
N° 200	0.074	15.69	7.85	79.51	16.92	8.46	84.83			
PLATILLO		0.42	0.21		0.39	0.20				
SUMATORIA		159.02	79.51		169.66	84.83				
LÍMITE LÍQUIDO (%)		43.42%			31.90%					
LÍMITE PLÁSTICO (%)		21.61%			20.69%					
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		21.81%			11.21%					
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (%)		(**)			(**)					
PESO VOLUM. SECO COMP.										
PESO VOLUM. SECO SUELTO										
PESO ESPEC. RELAT. DE SÓLIDOS		2.53			2.67					
PORCENTAJE DE SALES (%)		0.15%			0.12%					
HUMEDAD NATURAL (%)		15.86%			19.71%					
CLASIFICACIÓN SUCS		CL			CL					

(*) Debido a que el porcentaje que pasa la malla N°200 es menor que el 5% no se realizaron los Límites de Atterberg.

(**) Debido a que el Límite Líquido es menor que el 50% no se realizó Límite de Contracción.



UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

RESPONSABLES : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
 Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

FECHA DE LOS ENSAYOS : 01 de abril del 2014

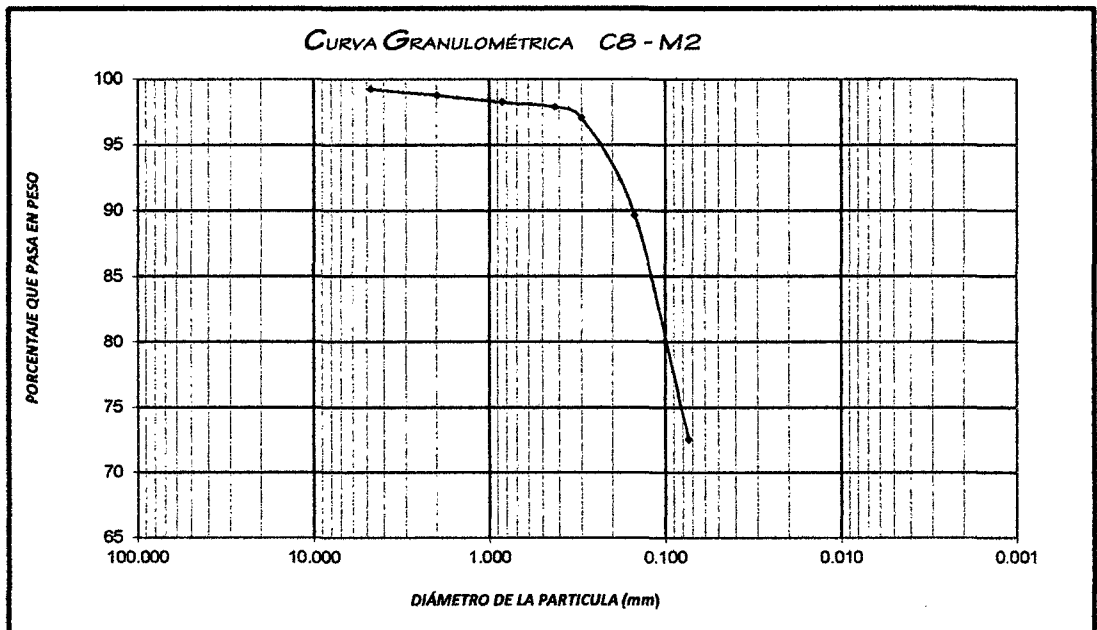
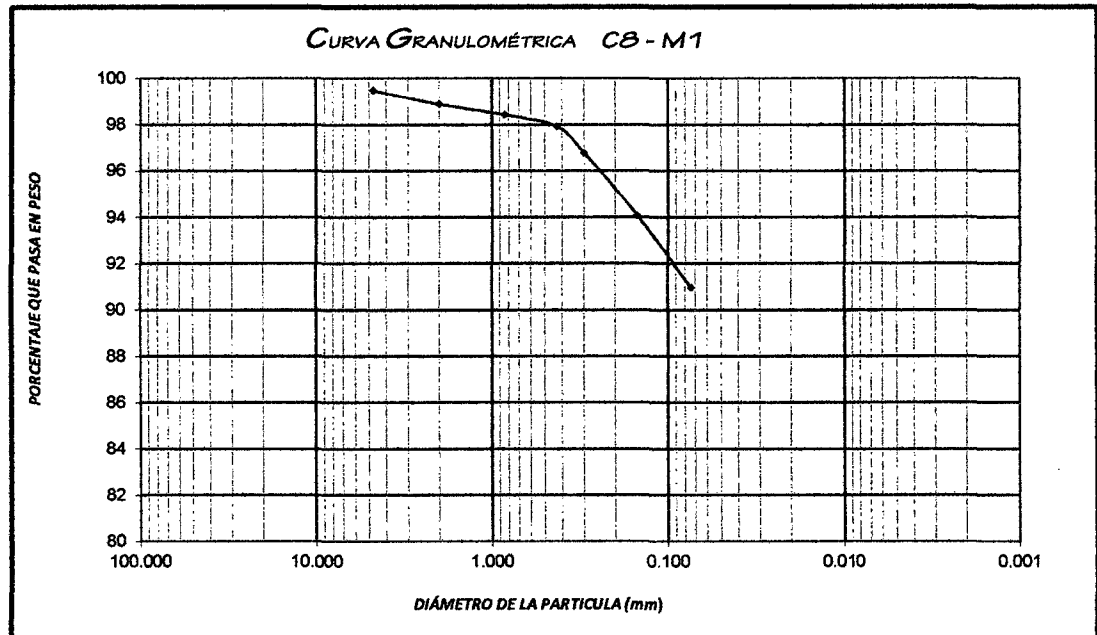
POZO/MUESTRA		C- 8 / M - 1			C- 8 / M - 2					
PROFUNDIDAD (m)		1.25			2.40					
ESPESOR DE ESTRATO (m)		1.15			-					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO										
PESO ORIGINAL		200.00			200.00					
PERD. LAVADO		181.81			143.92					
PESO TAMIZADO		18.19			56.08					
ABERTURA DE MALLA		PESO			PESO			PESO		
PULG.	M.M.	EN GR.	% RET.	% PASA	EN GR.	% RET.	% PASA	EN GR.	% RET.	% PASA
3"	75.00									
2"	50.00									
1 1/2"	38.10									
1"	25.00									
3/4"	19.00									
1/2"	12.50									
3/8"	9.50			100.00			100.00			
N° 4	4.75	1.04	0.52	99.48	1.48	0.74	99.26			
N° 10	2.00	1.15	0.58	98.91	0.95	0.48	98.79			
N° 20	0.85	0.93	0.47	98.44	1.05	0.53	98.26			
N° 40	0.425	1.02	0.51	97.93	0.73	0.37	97.90			
N° 50	0.30	2.29	1.15	96.79	1.69	0.85	97.05			
N° 100	0.15	5.37	2.69	94.10	14.81	7.41	89.65			
N° 200	0.074	6.23	3.12	90.99	34.24	17.12	72.53			
PLATILLO		0.16	0.08		1.13	0.57				
SUMATORIA		181.97	90.99		145.05	72.53				
LÍMITE LÍQUIDO (%)		45.68%			30.79%					
LÍMITE PLÁSTICO (%)		25.59%			19.66%					
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		20.09%			11.13%					
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (%)		(**)			(**)					
PESO VOLUM. SECO COMP.										
PESO VOLUM. SECO SUELTO										
PESO ESPEC. RELAT. DE SÓLIDOS		2.70			2.68					
PORCENTAJE DE SALES (%)		1.55%			0.55%					
HUMEDAD NATURAL (%)		26.12%			22.59%					
CLASIFICACIÓN SUCS		CL			CL					

(*) Debido a que el porcentaje que pasa la malla N°200 es menor que el 5% no se realizaron los Límites de Atterberg.

(**) Debido a que el Límite Líquido es menor que el 50% no se realizó Límite de Contracción.



UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

RESPONSABLES : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

FECHA DE LOS ENSAYOS : 01 de abril del 2014

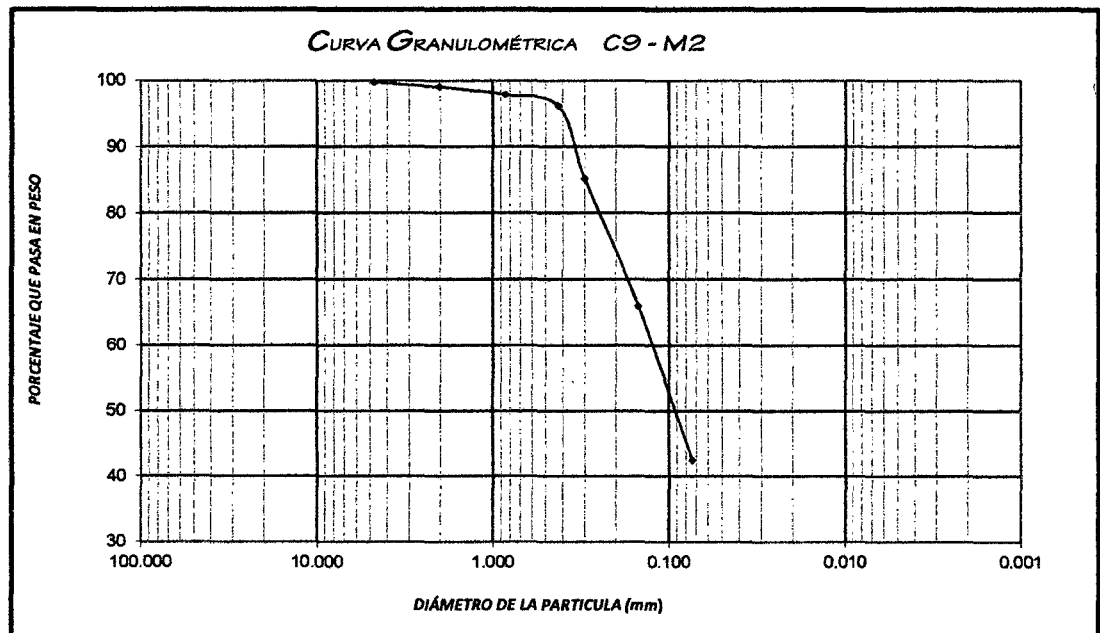
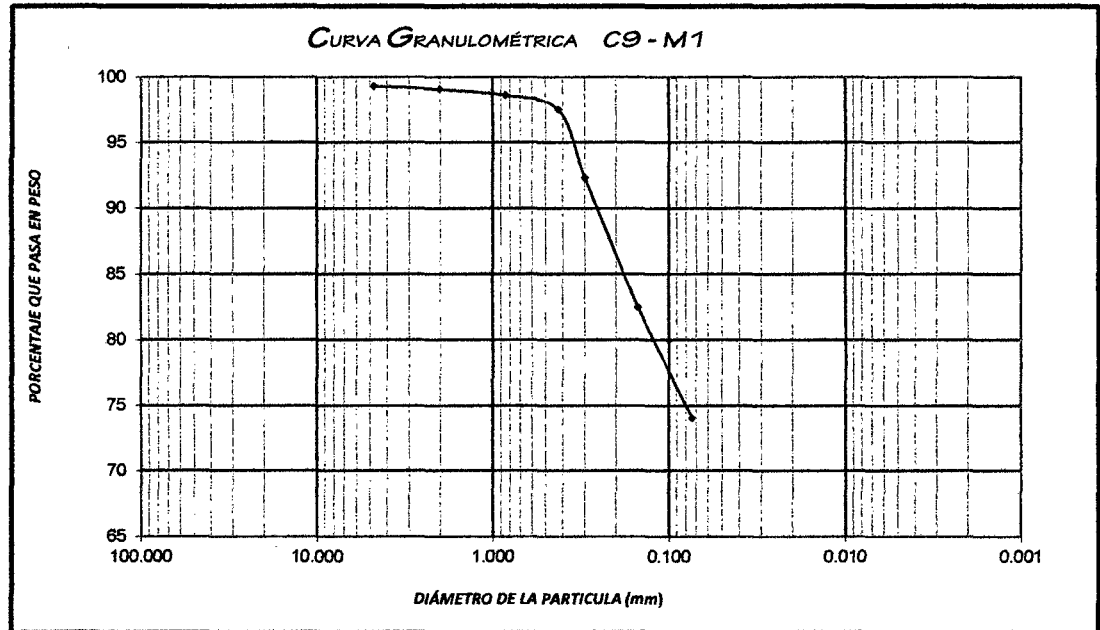
POZO/MUESTRA		C - 9 / M - 1			C - 9 / M - 2					
PROFUNDIDAD (m)		0.70			1.70					
ESPESOR DE ESTRATO (m)		1.00			-					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO										
PESO ORIGINAL		200.00			200.00					
PERD. LAVADO		147.86			82.29					
PESO TAMIZADO		52.14			117.71					
ABERTURA DE MALLA		PESO			PESO			PESO		
PULG.	M.M.	EN GR.	% RET.	% PASA	EN GR.	% RET.	% PASA	EN GR.	% RET.	% PASA
3"	75.00									
2"	50.00									
1 1/2"	38.10									
1"	25.00									
3/4"	19.00									
1/2"	12.50									
3/8"	9.50			100.00			100.00			
N° 4	4.75	1.36	0.68	99.32	0.43	0.22	99.79			
N° 10	2.00	0.48	0.24	99.08	1.44	0.72	99.07			
N° 20	0.85	0.94	0.47	98.61	2.28	1.14	97.93			
N° 40	0.425	2.16	1.08	97.53	3.40	1.70	96.23			
N° 50	0.30	10.38	5.19	92.34	22.07	11.04	85.19			
N° 100	0.15	19.68	9.84	82.50	38.27	19.14	66.06			
N° 200	0.074	16.87	8.44	74.07	47.24	23.62	42.44			
PLATILLO		0.27	0.14		2.58	1.29				
SUMATORIA		148.13	74.07		84.87	42.44				
LÍMITE LÍQUIDO (%)		38.80%			26.91%					
LÍMITE PLÁSTICO (%)		22.39%			19.61%					
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		16.40%			7.31%					
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (%)		(**)			(**)					
PESO VOLUM. SECO COMP.										
PESO VOLUM. SECO SUELTO										
PESO ESPEC. RELAT. DE SÓLIDOS		2.54			2.62					
PORCENTAJE DE SALES (%)		0.15%			0.46%					
HUMEDAD NATURAL (%)		17.80%			24.45%					
CLASIFICACIÓN SUCS		CL			SM					

(*) Debido a que el porcentaje que pasa la malla N°200 es menor que el 5% no se realizaron los Límites de Atterberg.

(**) Debido a que el Límite Líquido es menor que el 50% no se realizó Límite de Contracción.



UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

RESPONSABLES : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
 Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

FECHA DE LOS ENSAYOS : 01 de abril del 2014

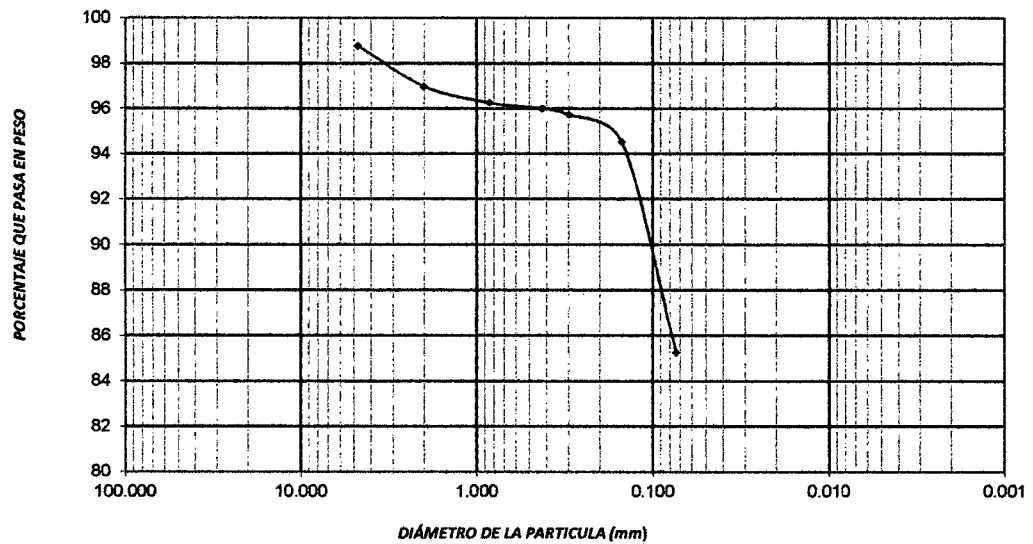
POZO/MUESTRA		C - 10 / M - 1			C - 10 / M - 2			C - 10 / M - 3		
PROFUNDIDAD (m)		0.40			1.20			1.70		
ESPESOR DE ESTRATO (m)		0.80			0.50			-		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO										
PESO ORIGINAL		200.00			200.00			200.00		
PERD. LAVADO		168.44			73.42			173.35		
PESO TAMIZADO		31.56			126.58			26.65		
ABERTURA DE MALLA		PESO			PESO			PESO		
PULG.	M.M.	EN GR.	% RET.	% PASA	EN GR.	% RET.	% PASA	EN GR.	% RET.	% PASA
3"	75.00									
2"	50.00									
1 1/2"	38.10									
1"	25.00									
3/4"	19.00									100.00
1/2"	12.50							3.22	1.61	98.39
3/8"	9.50			100.00			100.00	0.00	0.00	98.39
N° 4	4.75	2.45	1.23	98.78	0.49	0.25	99.76	5.31	2.66	95.74
N° 10	2.00	3.56	1.78	97.00	1.72	0.86	98.90	3.90	1.95	93.79
N° 20	0.85	1.45	0.73	96.27	1.07	0.54	98.36	2.15	1.08	92.71
N° 40	0.425	0.51	0.26	96.02	0.55	0.28	98.09	1.37	0.69	92.03
N° 50	0.30	0.54	0.27	95.75	10.81	5.41	92.68	1.20	0.60	91.43
N° 100	0.15	2.44	1.22	94.53	52.00	26.00	66.68	2.08	1.04	90.39
N° 200	0.074	18.51	9.26	85.27	56.48	28.24	38.44	6.76	3.38	87.01
PLATILLO		2.10	1.05		3.46	1.73		0.66	0.33	
SUMATORIA		170.54	85.27		76.88	38.44		174.01	87.01	
LÍMITE LÍQUIDO (%)		39.12%			27.35%			35.28%		
LÍMITE PLÁSTICO (%)		22.23%			23.55%			22.00%		
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		16.90%			3.81%			13.28%		
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (%)		(**)			(**)			(**)		
PESO VOLUM. SECO COMP.										
PESO VOLUM. SECO SUELTO										
PESO ESPEC. RELAT. DE SÓLIDOS		2.70			2.64			2.57		
PORCENTAJE DE SALES (%)		0.23%			1.63%			0.00%		
HUMEDAD NATURAL (%)		22.73%			26.22%			28.16%		
CLASIFICACIÓN SUCS		CL			SM			CL		

(*) Debido a que el porcentaje que pasa la malla N°200 es menor que el 5% no se realizaron los Límites de Atterberg.

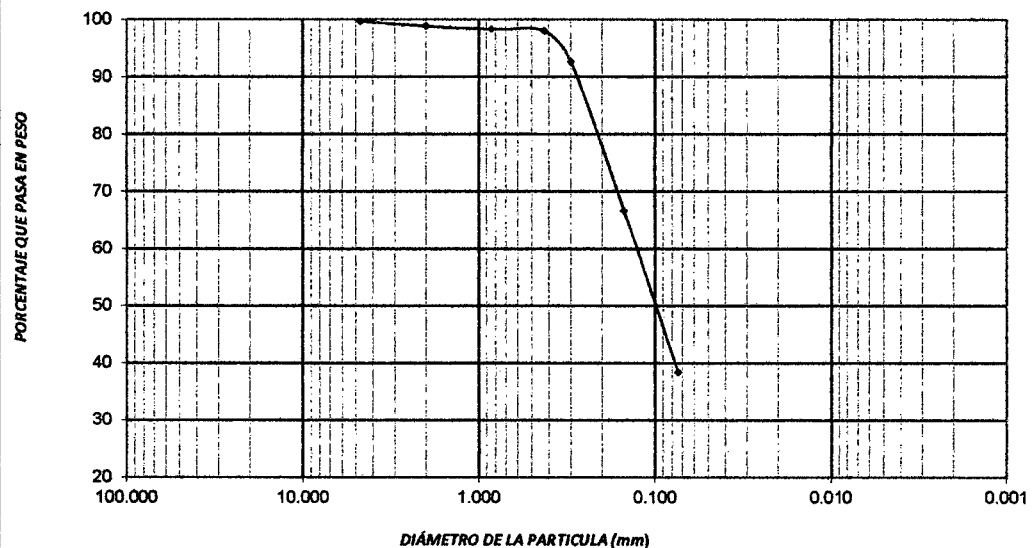
(**) Debido a que el Límite Líquido es menor que el 50% no se realizó Límite de Contracción.



CURVA GRANULOMÉTRICA C10-M1

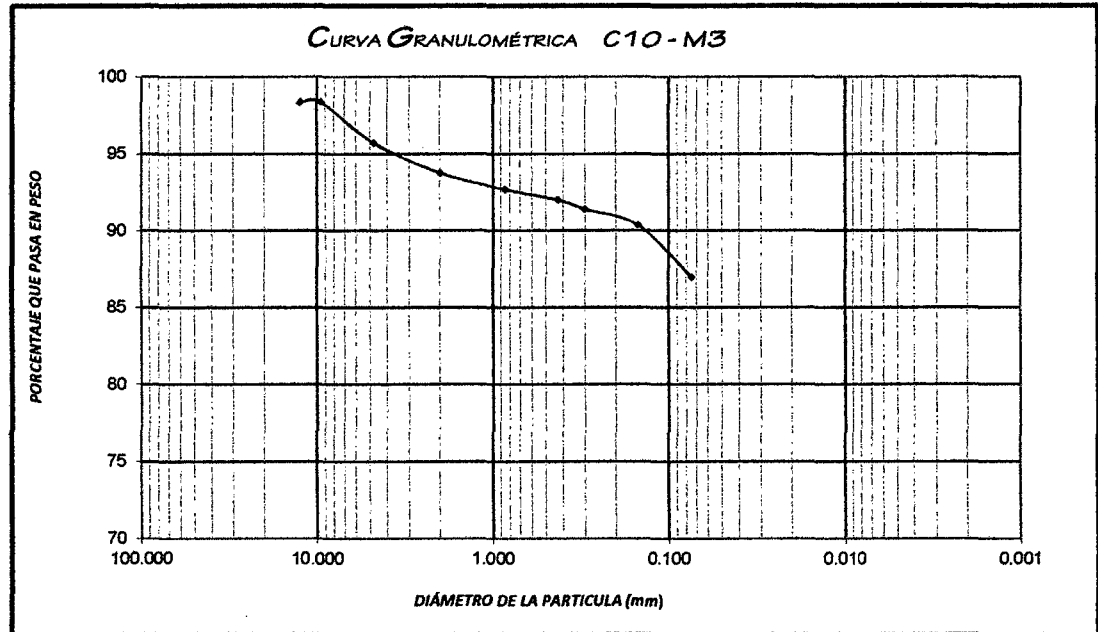


CURVA GRANULOMÉTRICA C10-M2





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

RESPONSABLES : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belón, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

FECHA DE LOS ENSAYOS : 01 de abril del 2014

POZO/MUESTRA		C- 11 / M- 1			C- 11 / M- 2			C- 11 / M- 3			C- 11 / M- 4		
PROFUNDIDAD (m)		0.50			1.65			2.20			2.45		
ESPESOR DE ESTRATO (m)		1.15			0.55			0.25			-		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO													
PESO ORIGINAL		200.00			200.00			200.00			200.00		
PERD. LAVADO		127.08			140.31			162.42			162.43		
PESO TAMIZADO		72.92			59.69			37.58			37.57		
ABERTURA DE MALLA		PESO			PESO			PESO			PESO		
PULG.	M.M.	EN GR.	% RET.	% PASA	EN GR.	% RET.	% PASA	EN GR.	% RET.	% PASA	EN GR.	% RET.	% PASA
3"	75.00												
2"	50.00												
1 1/2"	38.10												
1"	25.00												
3/4"	19.00												
1/2"	12.50												
3/8"	9.50			100.00			100.00			100.00	3.30	1.65	98.35
N° 4	4.75	0.36	0.18	99.82	0.25	0.13	99.88	2.47	1.24	98.77	4.13	2.07	96.29
N° 10	2.00	1.36	0.68	99.14	1.48	0.74	99.14	6.38	3.19	95.58	4.85	2.43	93.86
N° 20	0.85	2.16	1.08	98.06	2.14	1.07	98.07	4.76	2.38	93.20	2.58	1.29	92.57
N° 40	0.425	3.15	1.58	96.49	1.39	0.70	97.37	4.68	2.34	90.86	0.88	0.44	92.13
N° 50	0.30	14.87	7.44	89.05	1.18	0.59	96.78	3.22	1.61	89.25	0.45	0.23	91.91
N° 100	0.15	31.23	15.62	73.44	3.43	1.72	95.07	3.86	1.93	87.32	2.40	1.20	90.71
N° 200	0.074	18.98	9.49	63.95	46.60	23.30	71.77	11.27	5.64	81.68	18.24	9.12	81.59
PLATILLO		0.81	0.41		3.22	1.61		0.94	0.47		0.74	0.37	
SUMATORIA		127.89	63.95		143.53	71.77		163.36	81.68		163.17	81.59	
LÍMITE LÍQUIDO (%)		27.90%			30.24%			37.33%			33.91%		
LÍMITE PLÁSTICO (%)		18.89%			21.34%			22.32%			24.58%		
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		9.01%			8.90%			15.02%			9.32%		
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (%)		(**)			(**)			(**)			(**)		
PESO VOLUM. SECO COMP.													
PESO VOLUM. SECO SUELTO													
PESO ESPEC. RELAT. DE SÓLIDOS		2.59			2.71			2.57			2.68		
PORCENTAJE DE SALES (%)		0.14%			0.00%			0.20%			0.09%		
HUMEDAD NATURAL (%)		17.93%			27.10%			26.85%			31.74%		
CLASIFICACIÓN SUCS		CL			CL			CL			ML		

(*) Debido a que el porcentaje que pasa la malla N°200 es menor que el 5% no se realizaron los Límites de Atterberg.

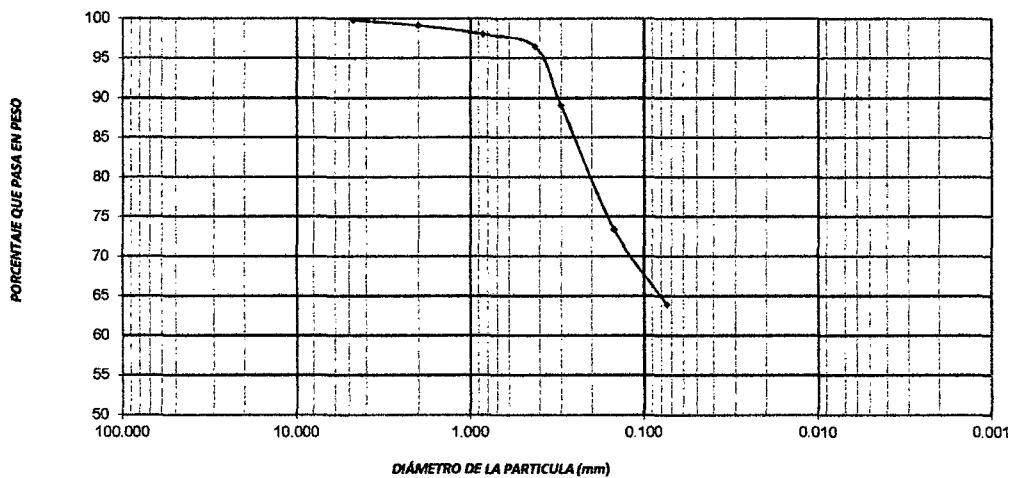
(**) Debido a que el Límite Líquido es menor que el 50% no se realizó Límite de Contracción.



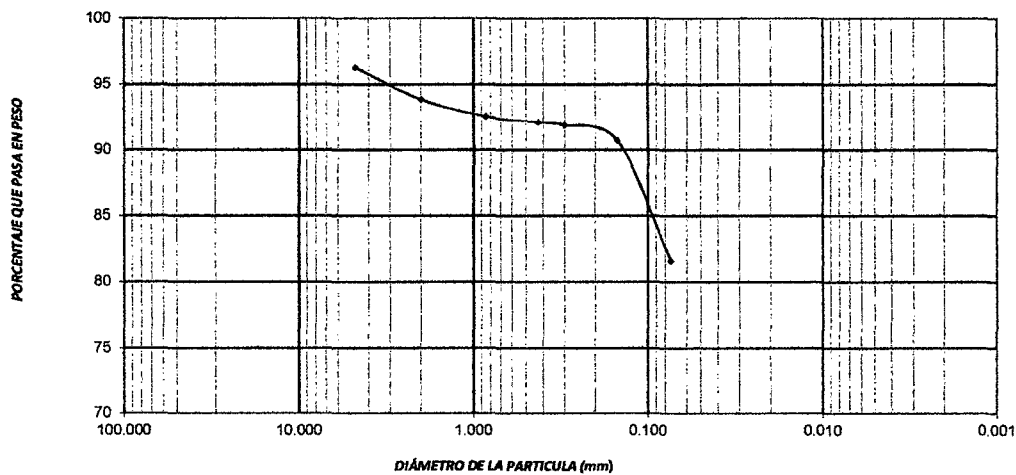
UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



CURVA GRANULOMÉTRICA C11-M1

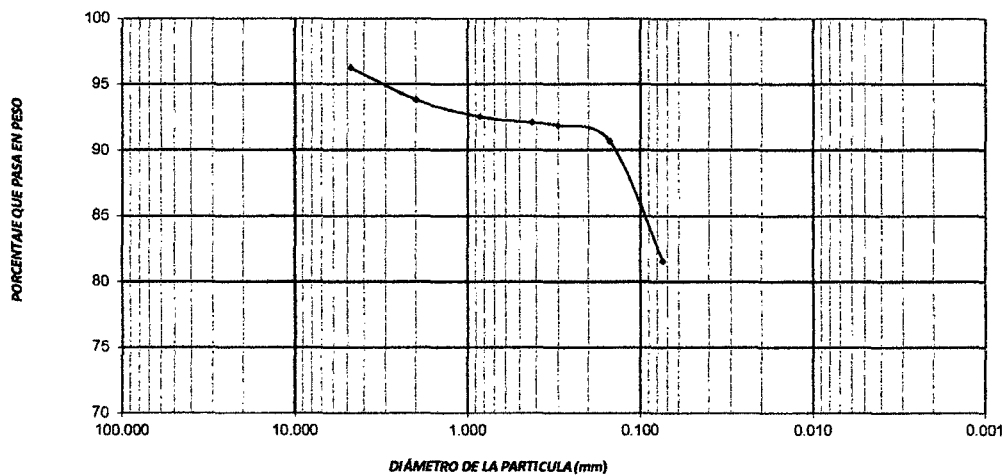


CURVA GRANULOMÉTRICA C11-M2

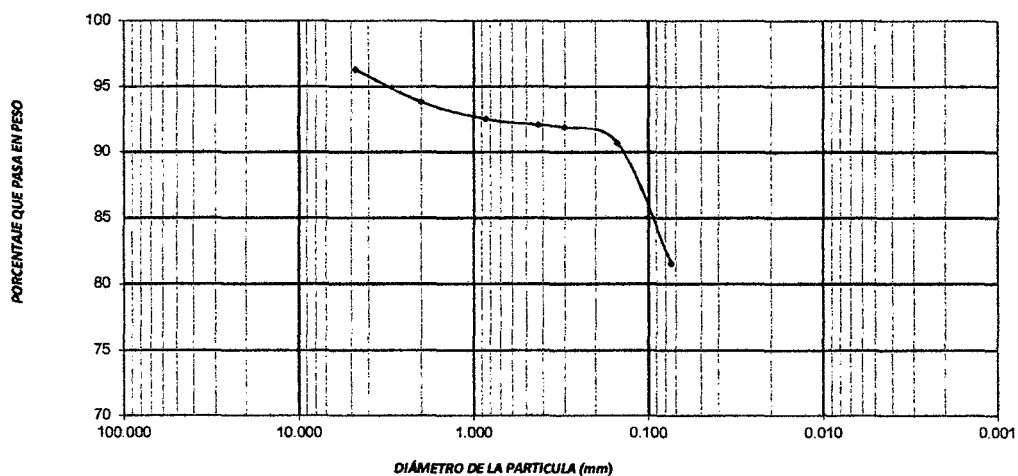




CURVA GRANULOMÉTRICA C11 - M3



CURVA GRANULOMÉTRICA C11 - M4





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

RESPONSABLES

: Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS

: "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS

: Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

FECHA DE LOS ENSAYOS

: 01 de abril del 2014

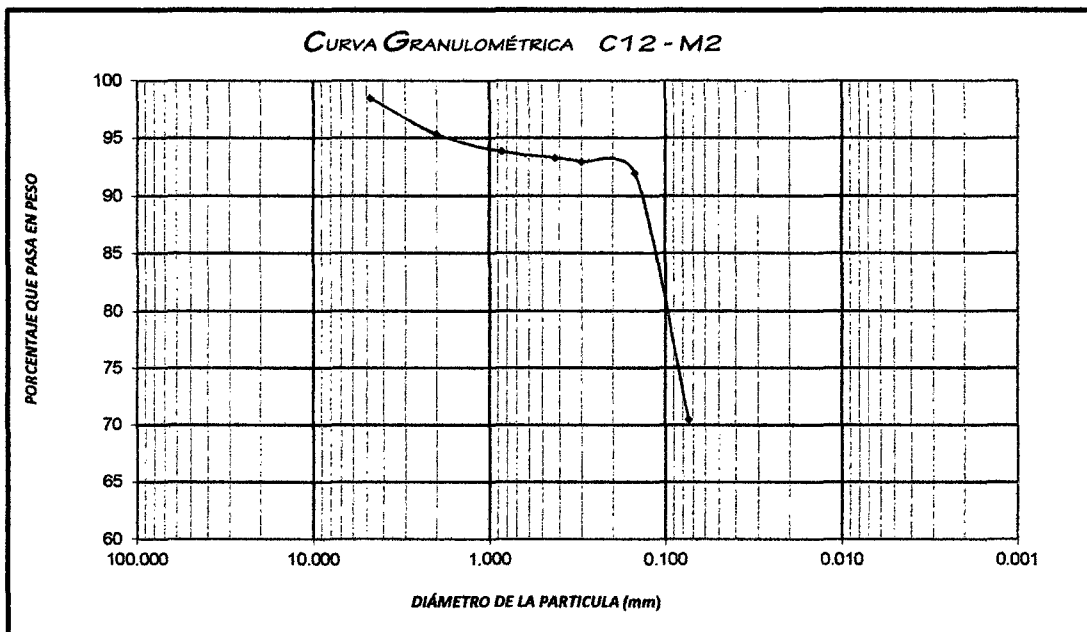
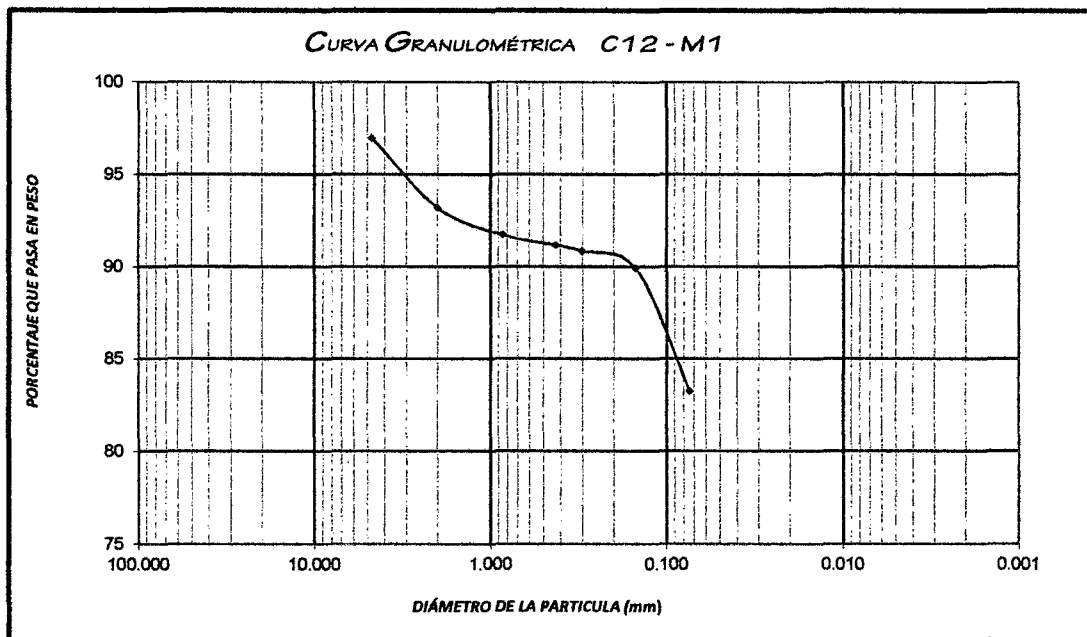
POZO/MUESTRA		C- 12 / M - 1			C- 12 / M - 2					
PROFUNDIDAD (m)		0.55			1.10					
ESPESOR DE ESTRATO (m)		0.55			-					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO										
PESO ORIGINAL		200.00			200.00					
PERD. LAVADO		164.98			130.90					
PESO TAMIZADO		35.02			69.10					
ABERTURA DE MALLA		PESO			PESO			PESO		
PULG.	M.M.	EN GR.	% RET.	% PASA	EN GR.	% RET.	% PASA	EN GR.	% RET.	% PASA
3"	75.00									
2"	50.00									
1 1/2"	38.10									
1"	25.00									
3/4"	19.00									
1/2"	12.50									
3/8"	9.50			100.00			100.00			
N° 4	4.75	6.04	3.02	96.98	3.04	1.52	98.48			
N° 10	2.00	7.54	3.77	93.21	6.22	3.11	95.37			
N° 20	0.85	2.94	1.47	91.74	2.97	1.49	93.89			
N° 40	0.425	1.08	0.54	91.20	1.11	0.56	93.33			
N° 50	0.30	0.65	0.33	90.88	0.68	0.34	92.99			
N° 100	0.15	1.88	0.94	89.94	1.93	0.97	92.03			
N° 200	0.074	13.32	6.66	83.28	43.15	21.58	70.45			
PLATILLO		1.57	0.79		10.00	5.00				
SUMATORIA		166.55	83.28		140.90	70.45				
LÍMITE LÍQUIDO (%)		45.28%			30.08%					
LÍMITE PLÁSTICO (%)		23.41%			25.34%					
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		21.87%			4.74%					
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (%)		(**)			(**)					
PESO VOLUM. SECO COMP.										
PESO VOLUM. SECO SUELTO										
PESO ESPEC. RELAT. DE SÓLIDOS		2.54			2.62					
PORCENTAJE DE SALES (%)		0.00%			0.56%					
HUMEDAD NATURAL (%)		23.42%			27.00%					
CLASIFICACIÓN SUCS		CL			ML					

(*) Debido a que el porcentaje que pasa la malla N°200 es menor que el 5% no se realizaron los Límites de Atterberg.

(**) Debido a que el Límite Líquido es menor que el 50% no se realizó Límite de Contracción.



UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

RESPONSABLES : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
 Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

FECHA DE LOS ENSAYOS : 01 de abril del 2014

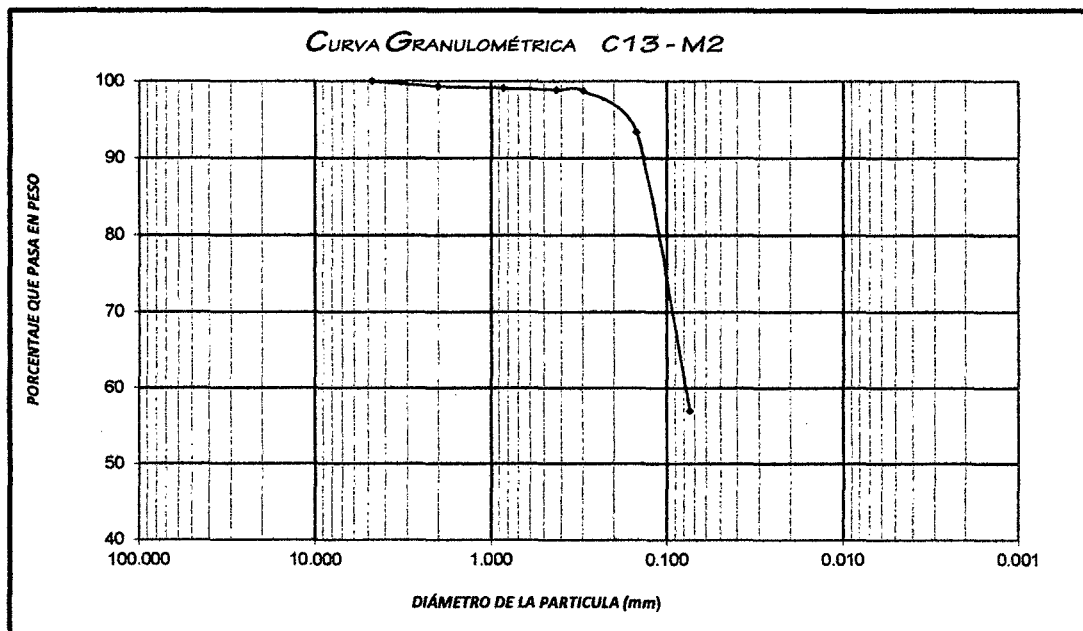
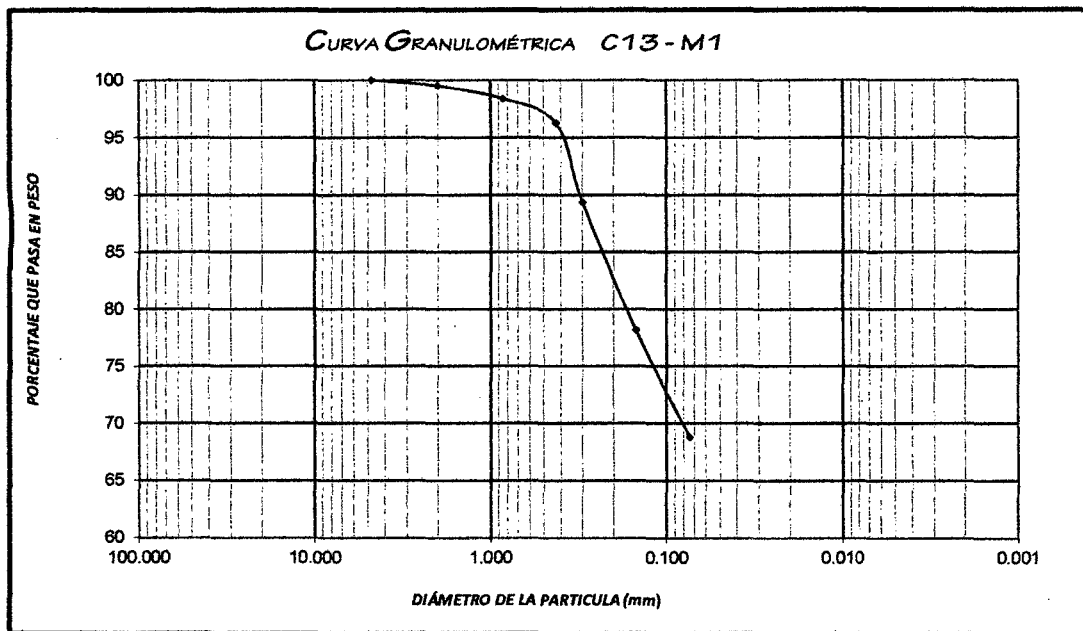
POZO/MUESTRA		C - 13 / M - 1			C- 13 / M - 2					
PROFUNDIDAD (m)		0.60			1.70					
ESPESOR DE ESTRATO (m)		1.10			-					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO										
PESO ORIGINAL		200.00			200.00					
PERD. LAVADO		136.98			107.69					
PESO TAMIZADO		63.02			92.31					
ABERTURA DE MALLA		PESO			PESO					
PULG.	M.M.	EN GR.	% RET.	% PASA	EN GR.	% RET.	% PASA			
3"	75.00									
2"	50.00									
1 1/2"	38.10									
1"	25.00									
3/4"	19.00									
1/2"	12.50									
3/8"	9.50			100.00			100.00			
N° 4	4.75		0.00	100.00		0.00	100.00			
N° 10	2.00	0.90	0.45	99.55	1.27	0.64	99.37			
N° 20	0.85	2.26	1.13	98.42	0.50	0.25	99.12			
N° 40	0.425	4.26	2.13	96.29	0.41	0.21	98.91			
N° 50	0.30	13.79	6.90	89.40	0.27	0.14	98.78			
N° 100	0.15	22.34	11.17	78.23	10.74	5.37	93.41			
N° 200	0.074	18.86	9.43	68.80	72.86	36.43	56.98			
PLATILLO		0.61	0.31		6.26	3.13				
SUMATORIA		137.59	68.80		113.95	56.98				
LÍMITE LÍQUIDO (%)		34.06%			29.38%					
LÍMITE PLÁSTICO (%)		18.27%			23.08%					
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		15.79%			6.29%					
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (%)		(**)			(**)					
PESO VOLUM. SECO COMP.										
PESO VOLUM. SECO SUELTO										
PESO ESPEC. RELAT. DE SÓLIDOS		2.58			2.62					
PORCENTAJE DE SALES (%)		0.00%			0.04%					
HUMEDAD NATURAL (%)		22.18%			33.07%					
CLASIFICACIÓN SUCS		CL			ML					

(*) Debido a que el porcentaje que pasa la malla N°200 es menor que el 5% no se realizaron los Límites de Atterberg.

(**) Debido a que el Límite Líquido es menor que el 50% no se realizó Límite de Contracción.



UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

RESPONSABLES : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

FECHA DE LOS ENSAYOS : 01 de abril del 2014

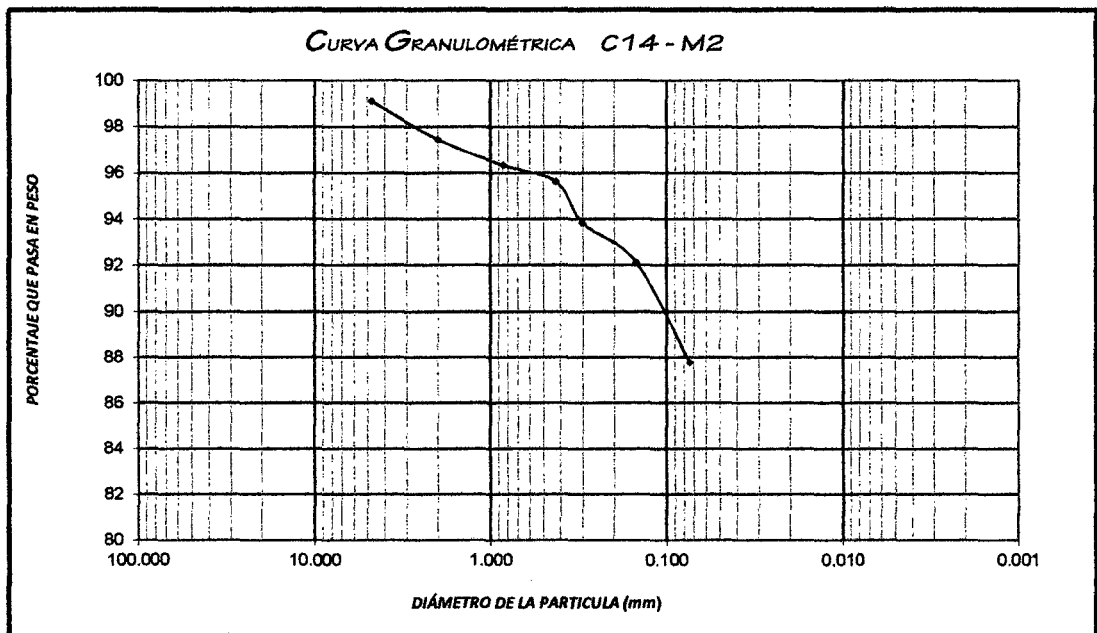
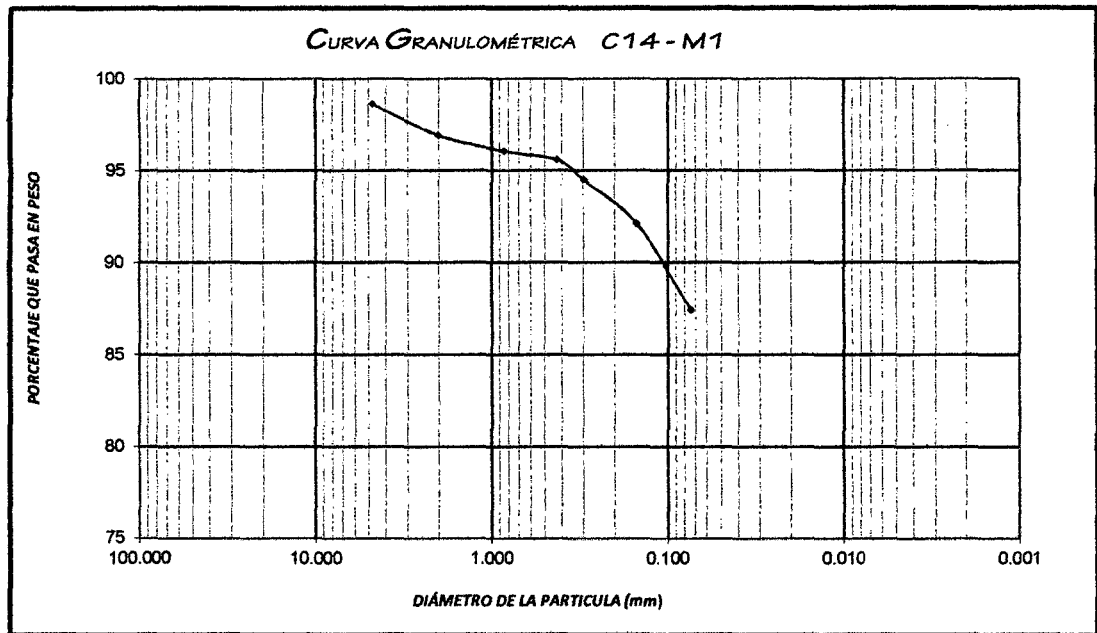
POZO/MUESTRA		C- 14 / M - 1			C- 14 / M - 2					
PROFUNDIDAD (m)		1.25			2.40					
ESPESOR DE ESTRATO (m)		1.15			-					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO										
PESO ORIGINAL		200.00			200.00					
PERD. LAVADO		174.39			174.33					
PESO TAMIZADO		25.61			25.67					
ABERTURA DE MALLA		PESO			PESO			PESO		
PULG.	M.M.	EN GR.	% RET.	% PASA	EN GR.	% RET.	% PASA	EN GR.	% RET.	% PASA
3"	75.00									
2"	50.00									
1 1/2"	38.10									
1"	25.00									
3/4"	19.00									
1/2"	12.50									
3/8"	9.50			100.00			100.00			
N° 4	4.75	2.74	1.37	98.63	1.78	0.89	99.11			
N° 10	2.00	3.37	1.69	96.95	3.31	1.66	97.46			
N° 20	0.85	1.74	0.87	96.08	2.20	1.10	96.36			
N° 40	0.425	0.94	0.47	95.61	1.45	0.73	95.63			
N° 50	0.30	2.16	1.08	94.53	3.55	1.78	93.86			
N° 100	0.15	4.78	2.39	92.14	3.40	1.70	92.16			
N° 200	0.074	9.38	4.69	87.45	8.72	4.36	87.80			
PLATILLO		0.50	0.25		1.26	0.63				
SUMATORIA		174.89	87.45		175.59	87.80				
LÍMITE LÍQUIDO (%)		41.01%			39.66%					
LÍMITE PLÁSTICO (%)		25.18%			26.43%					
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		15.84%			13.23%					
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (%)		(**)			(**)					
PESO VOLUM. SECO COMP.										
PESO VOLUM. SECO SUELTO										
PESO ESPEC. RELAT. DE SÓLIDOS		2.64			2.50					
PORCENTAJE DE SALES (%)		0.75%			1.01%					
HUMEDAD NATURAL (%)		27.62%			30.74%					
CLASIFICACIÓN SUCS		CL			ML					

(*) Debido a que el porcentaje que pasa la malla N°200 es menor que el 5% no se realizaron los Límites de Atterberg.

(**) Debido a que el Límite Líquido es menor que el 50% no se realizó Límite de Contracción.



UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

RESPONSABLES : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belón, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

FECHA DE LOS ENSAYOS : 01 de abril del 2014

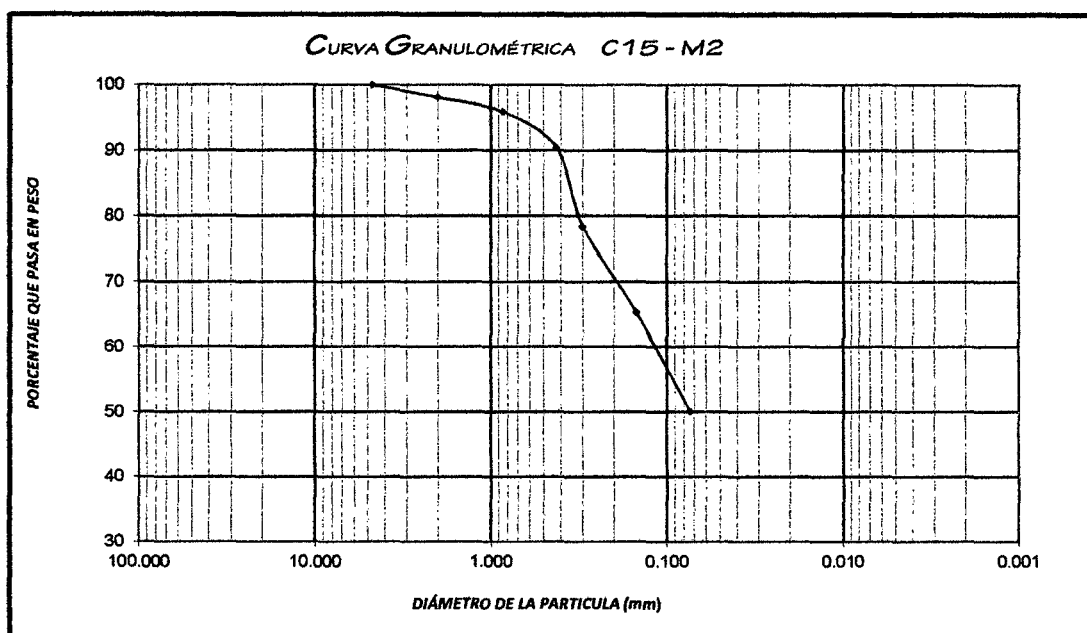
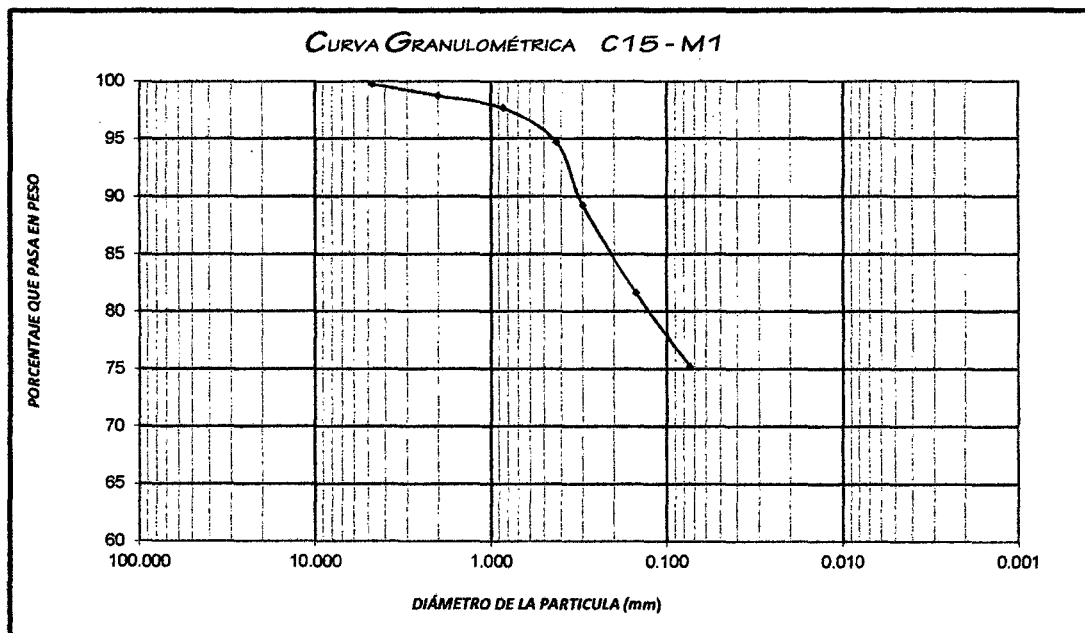
POZO/MUESTRA		C- 15 / M - 1			C- 15 / M - 2					
PROFUNDIDAD (m)		1.50			2.30					
ESPESOR DE ESTRATO (m)		0.80			-					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO										
PESO ORIGINAL		200.00			200.00					
PERD. LAVADO		149.57			97.65					
PESO TAMIZADO		50.43			102.35					
ABERTURA DE MALLA		PESO			PESO			PESO		
PULG.	M.M.	EN GR.	% RET.	% PASA	EN GR.	% RET.	% PASA	EN GR.	% RET.	% PASA
3"	75.00									
2"	50.00									
1 1/2"	38.10									
1"	25.00									
3/4"	19.00									
1/2"	12.50									
3/8"	9.50			100.00			100.00			
N° 4	4.75	0.45	0.23	99.78		0.00	100.00			
N° 10	2.00	2.01	1.01	98.77	3.65	1.83	98.18			
N° 20	0.85	2.18	1.09	97.68	4.53	2.27	95.91			
N° 40	0.425	5.90	2.95	94.73	10.91	5.46	90.46			
N° 50	0.30	10.96	5.48	89.25	23.99	12.00	78.46			
N° 100	0.15	15.22	7.61	81.64	26.08	13.04	65.42			
N° 200	0.074	12.77	6.39	75.26	30.65	15.33	50.10			
PLATILLO		0.94	0.47		2.54	1.27				
SUMATORIA		150.51	75.26		100.19	50.10				
LÍMITE LÍQUIDO (%)		35.48%			36.21%					
LÍMITE PLÁSTICO (%)		21.79%			24.29%					
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		13.69%			11.92%					
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (%)		(**)			(**)					
PESO VOLUM. SECO COMP.										
PESO VOLUM. SECO SUELTO										
PESO ESPEC. RELAT. DE SÓLIDOS		2.55			2.46					
PORCENTAJE DE SALES (%)		0.67%			0.92%					
HUMEDAD NATURAL (%)		28.25%			30.77%					
CLASIFICACIÓN SUCS		CL			SC					

(*) Debido a que el porcentaje que pasa la malla N°200 es menor que el 5% no se realizaron los Límites de Atterberg.

(**) Debido a que el Límite Líquido es menor que el 50% no se realizó Límite de Contracción.



UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

RESPONSABLES : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
 Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

FECHA DE LOS ENSAYOS : 01 de abril del 2014

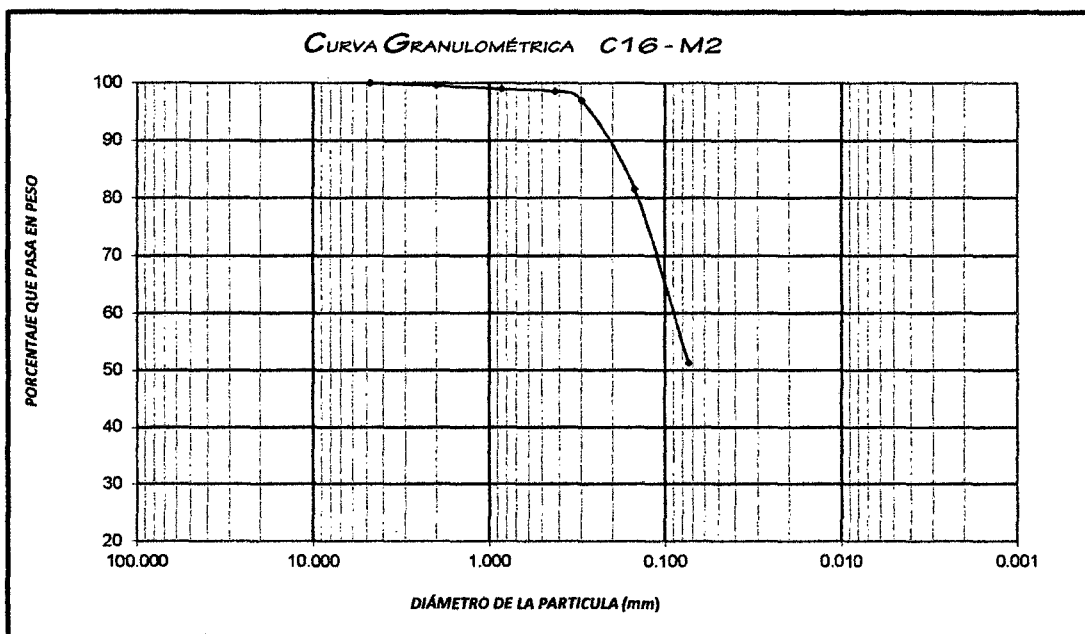
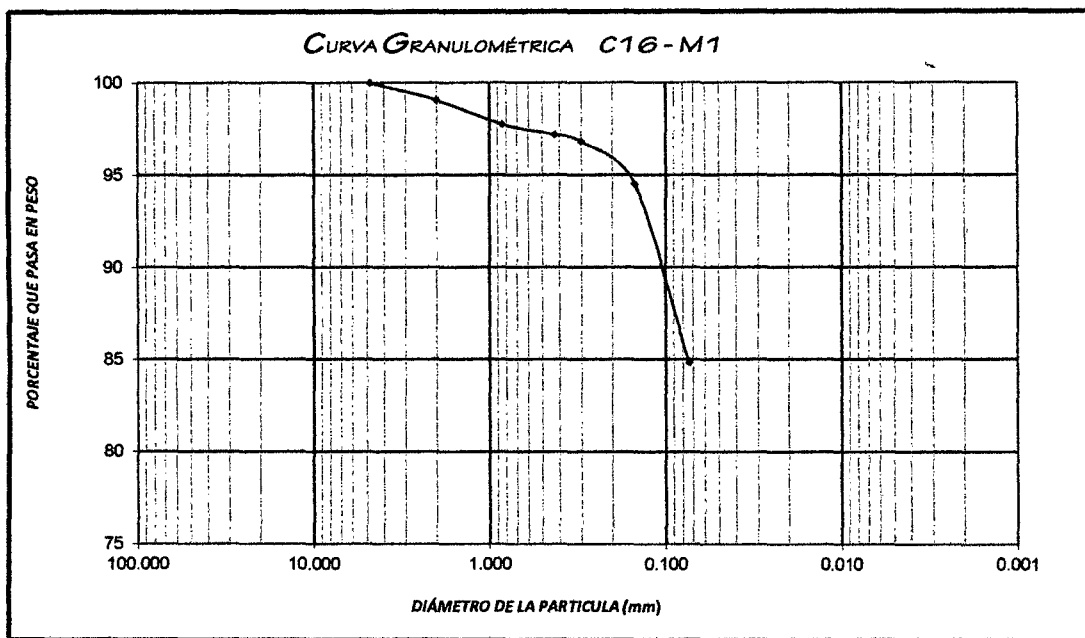
POZO/MUESTRA		C - 16 / M - 1			C - 16 / M - 2			C - 16 / M - 3		
PROFUNDIDAD (m)		0.50			1.65			1.90		
ESPESOR DE ESTRATO (m)		1.15			0.25			-		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO										
PESO ORIGINAL		200.00			200.00			200.00		
PERD. LAVADO		168.29			98.46			188.23		
PESO TAMIZADO		31.71			101.54			11.77		
ABERTURA DE MALLA		PESO			PESO			PESO		
PULG.	M.M.	EN GR.	% RET.	% PASA	EN GR.	% RET.	% PASA	EN GR.	% RET.	% PASA
3"	75.00									
2"	50.00									
1 1/2"	38.10									
1"	25.00									
3/4"	19.00									
1/2"	12.50									100.00
3/8"	9.50			100.00			100.00	0.82	0.41	99.59
N° 4	4.75		0.00	100.00		0.00	100.00	3.22	1.61	97.98
N° 10	2.00	1.86	0.93	99.07	0.81	0.41	99.60	2.26	1.13	96.85
N° 20	0.85	2.61	1.31	97.77	1.18	0.59	99.01	1.25	0.63	96.23
N° 40	0.425	1.11	0.56	97.21	0.86	0.43	98.58	0.77	0.39	95.84
N° 50	0.30	0.76	0.38	96.83	3.05	1.53	97.05	0.79	0.40	95.45
N° 100	0.15	4.59	2.30	94.54	30.92	15.46	81.59	1.38	0.69	94.76
N° 200	0.074	19.35	9.68	84.86	60.37	30.19	51.41	1.16	0.58	94.18
PLATILLO		1.43	0.72		4.35	2.18		0.12	0.06	
SUMATORIA		169.72	84.86		102.81	51.41		188.35	94.18	
LÍMITE LÍQUIDO (%)		36.01%			27.06%			43.80%		
LÍMITE PLÁSTICO (%)		24.88%			22.37%			23.91%		
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		11.13%			4.69%			19.89%		
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (%)		(**)			(**)			(**)		
PESO VOLUM. SECO COMP.										
PESO VOLUM. SECO SUELTO										
PESO ESPEC. RELAT. DE SÓLIDOS		2.54			2.64			2.61		
PORCENTAJE DE SALES (%)		0.05%			0.22%			0.13%		
HUMEDAD NATURAL (%)		22.55%			22.12%			27.21%		
CLASIFICACIÓN SUCS		ML			ML			CL		

(*) Debido a que el porcentaje que pasa la malla N°200 es menor que el 5% no se realizaron los Límites de Atterberg.

(**) Debido a que el Límite Líquido es menor que el 50% no se realizó Límite de Contracción.

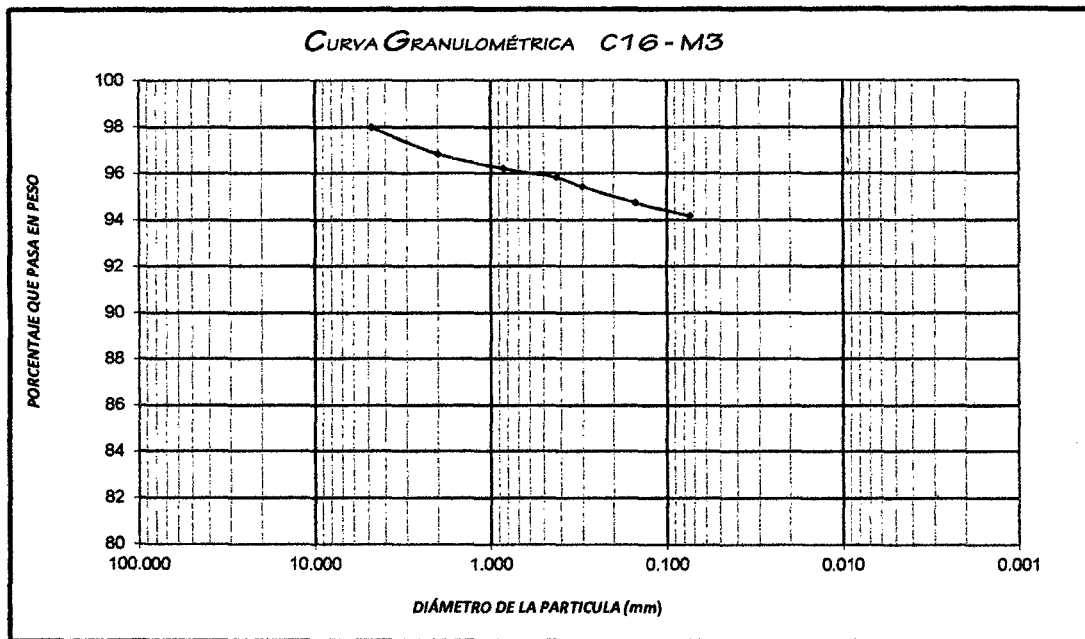


UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

RESPONSABLES : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belón, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

FECHA DE LOS ENSAYOS : 01 de abril del 2014

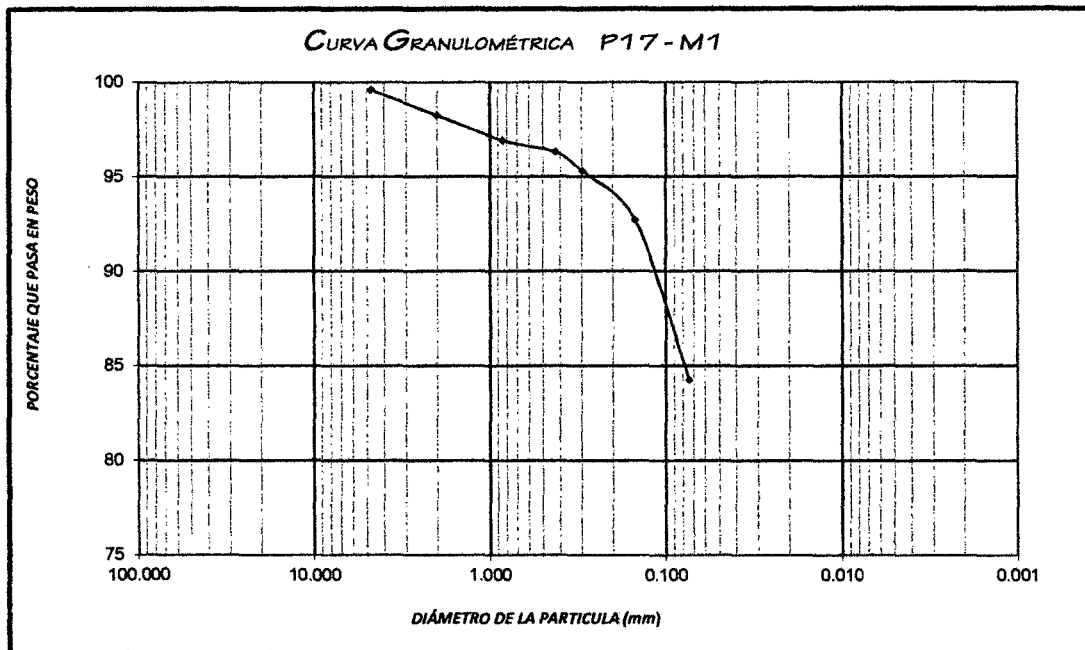
POZO/MUESTRA		P - 17 / M - 1								
PROFUNDIDAD (m)		1.10								
ESPESOR DE ESTRATO (m)		-								
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO										
PESO ORIGINAL		200.00								
PERD. LAVADO		167.25								
PESO TAMIZADO		32.75								
ABERTURA DE MALLA		PESO								
PULG.	M.M.	EN GR.	% RET.	% PASA						
3"	75.00									
2"	50.00									
1 1/2"	38.10									
1"	25.00									
3/4"	19.00									
1/2"	12.50									
3/8"	9.50			100.00						
N° 4	4.75	0.78	0.39	99.61						
N° 10	2.00	2.69	1.35	98.27						
N° 20	0.85	2.64	1.32	96.95						
N° 40	0.425	1.25	0.63	96.32						
N° 50	0.30	2.00	1.00	95.32						
N° 100	0.15	5.19	2.60	92.73						
N° 200	0.074	16.89	8.45	84.28						
PLATILLO		1.31	0.66							
SUMATORIA		168.56	84.28							
LÍMITE LÍQUIDO (%)		56.14%								
LÍMITE PLÁSTICO (%)		25.45%								
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		30.69%								
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (%)		37.69%								
PESO VOLUM. SECO COMP.										
PESO VOLUM. SECO SUELTO										
PESO ESPEC. RELAT. DE SÓLIDOS		2.54								
PORCENTAJE DE SALES (%)		1.24%								
HUMEDAD NATURAL (%)		24.66%								
CLASIFICACIÓN SUCS		CH								

(*) Debido a que el porcentaje que pasa la malla N°200 es menor que el 5% no se realizaron los Límites de Atterberg.

(**) Debido a que el Límite Líquido es menor que el 50% no se realizó Límite de Contracción.



UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS





ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

RESPONSABLES : Bach. Aguilar Lienque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

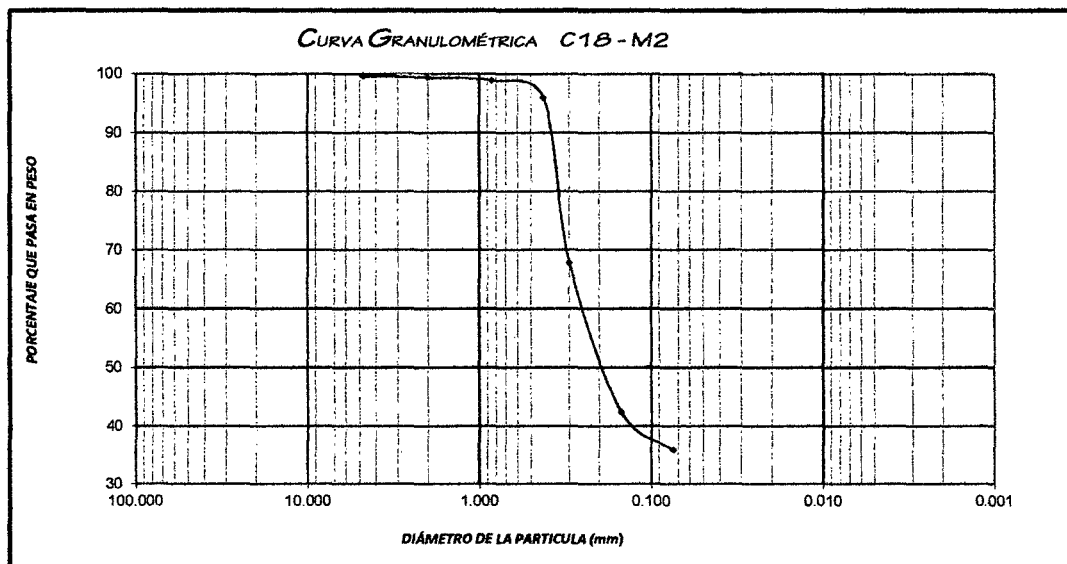
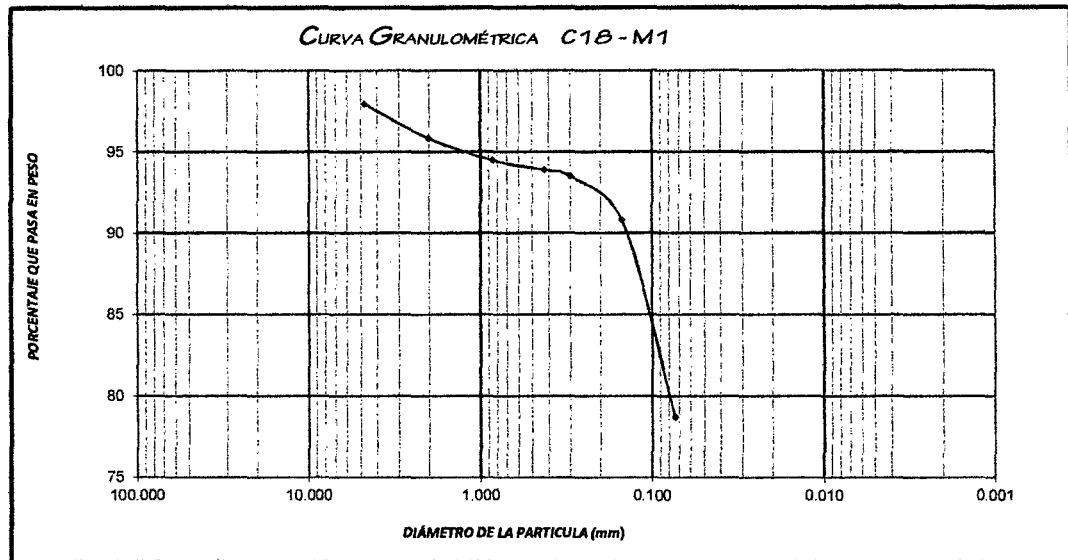
PROCEDENCIA DE MUESTRAS : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

FECHA DE LOS ENSAYOS : 01 de abril del 2014

POZO/MUESTRA		C- 18 / M - 1			C- 18 / M - 2			C- 18 / M - 3			C- 18 / M - 4		
PROFUNDIDAD (m)		0.90			1.60			1.80			2.20		
ESPESOR DE ESTRATO (m)		0.70			0.20			0.4			-		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO													
PESO ORIGINAL		200.00			200.00			200.00			200.00		
PERD. LAVADO		155.39			71.30			165.19			190.30		
PESO TAMIZADO		44.61			128.70			34.81			9.70		
ABERTURA DE MALLA		PESO			PESO			PESO			PESO		
PULG.	M.M.	EN GR.	% RET.	% PASA	EN GR.	% RET.	% PASA	EN GR.	% RET.	% PASA	EN GR.	% RET.	% PASA
3"	75.00												
2"	50.00												
1 1/2"	38.10												
1"	25.00												
3/4"	19.00												
1/2"	12.50												
3/8"	9.50			100.00			100.00			100.00			100.00
N° 4	4.75	4.08	2.04	97.96	0.58	0.29	99.71		0.00	100.00		0.00	100.00
N° 10	2.00	4.22	2.11	95.85	0.57	0.29	99.43	0.76	0.38	99.62	0.21	0.11	99.90
N° 20	0.85	2.70	1.35	94.50	0.99	0.50	98.93	1.69	0.85	98.78	2.03	1.02	98.88
N° 40	0.425	1.18	0.59	93.91	5.86	2.93	96.00	0.63	0.32	98.46	2.75	1.38	97.51
N° 50	0.30	0.80	0.40	93.51	56.29	28.15	67.86	0.27	0.14	98.33	2.41	1.21	96.30
N° 100	0.15	5.39	2.70	90.82	50.81	25.41	42.45	1.03	0.52	97.81	1.48	0.74	95.56
N° 200	0.074	24.20	12.10	78.72	13.14	6.57	35.88	24.56	12.28	85.53	0.82	0.41	95.15
PLATILLO		2.04	1.02		0.46	0.23		5.87	2.94		0.00	0.00	
SUMATORIA		157.43	78.72		71.76	35.88		171.06	85.53		190.30	95.15	
LÍMITE LÍQUIDO (%)		45.59%			34.12%			22.84%			53.22%		
LÍMITE PLÁSTICO (%)		23.43%			19.66%			16.50%			24.58%		
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		22.17%			14.46%			6.34%			28.64%		
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (%)		(**)			(*)			(**)			35.52%		
PESO VOLUM. SECO COMP.													
PESO VOLUM. SECO SUELTO													
PESO ESPEC. RELAT. DE SÓLIDOS		2.62			2.67			2.52			2.59		
PORCENTAJE DE SALES (%)		1.89%			1.30%			0.19%			0.00%		
HUMEDAD NATURAL (%)		21.98%			27.31%			26.91%			33.70%		
CLASIFICACIÓN SUCS		CL			SC			CL			CH		

(*) Debido a que el porcentaje que pasa la malla N°200 es menor que el 5% no se realizaron los Límites de Atterberg.

(**) Debido a que el Límite Líquido es menor que el 50% no se realizó Límite de Contracción.

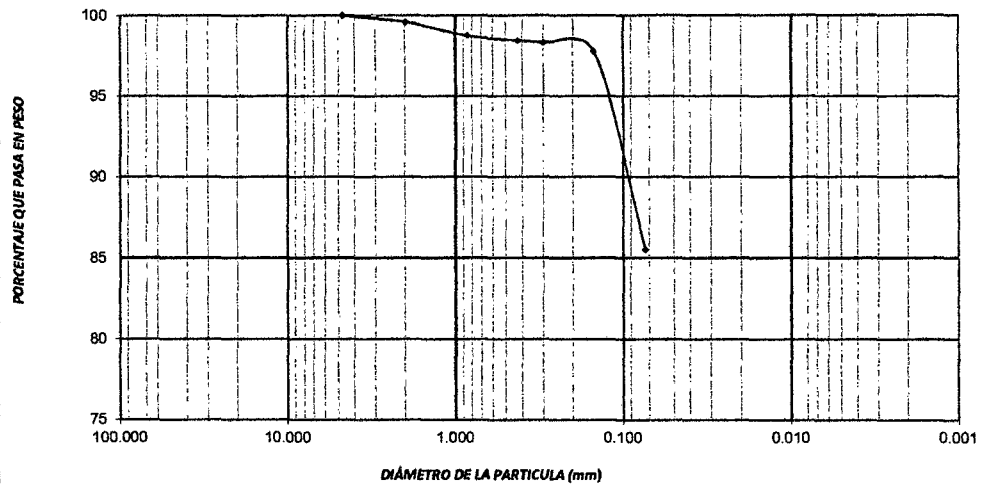




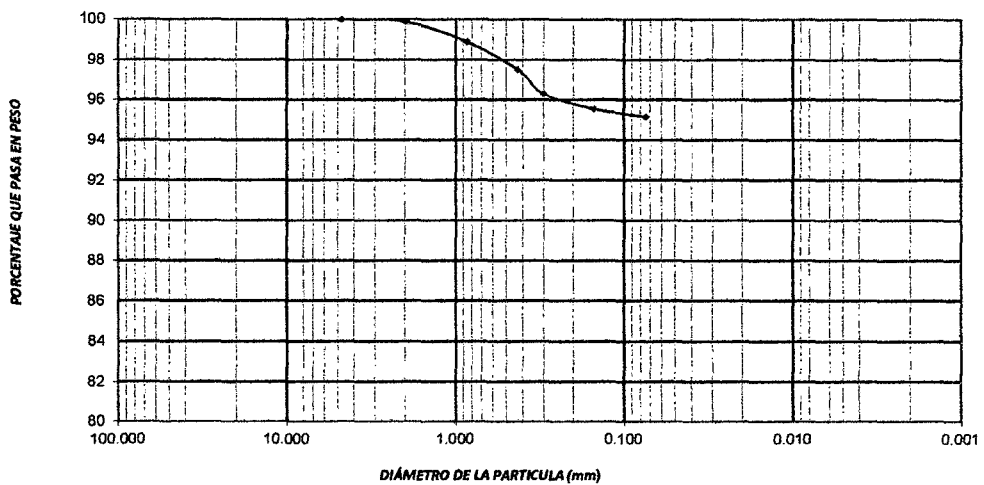
UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



CURVA GRANULOMÉTRICA C18-M3



CURVA GRANULOMÉTRICA C18-M4





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

RESPONSABLES : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belón, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

FECHA DE LOS ENSAYOS : 01 de abril del 2014

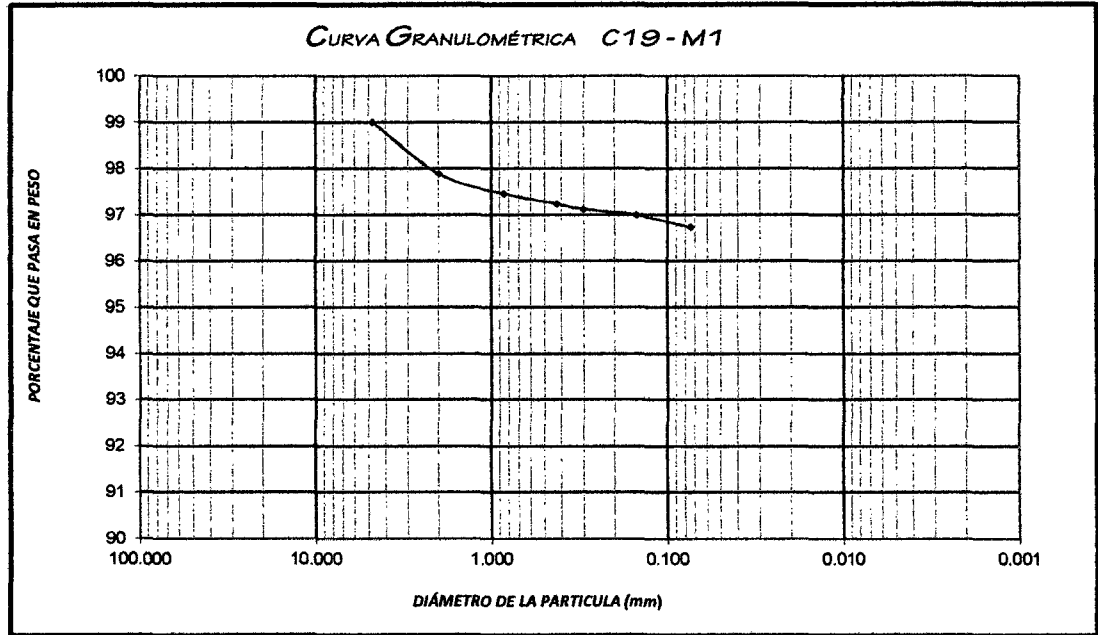
POZO/MUESTRA		P - 19 / M - 1								
PROFUNDIDAD (m)		0.50			1.20			2.70		
ESPESOR DE ESTRATO (m)		-								
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO										
PESO ORIGINAL		200.00								
PERD. LAVADO		193.39								
PESO TAMIZADO		6.61								
ABERTURA DE MALLA		PESO			PESO			PESO		
PULG.	M.M.	EN GR.	% RET.	% PASA	EN GR.	% RET.	% PASA	EN GR.	% RET.	% PASA
3"	75.00									
2"	50.00									
1 1/2"	38.10									
1"	25.00									
3/4"	19.00									
1/2"	12.50									
3/8"	9.50			100.00						
N° 4	4.75	1.98	0.99	99.01						
N° 10	2.00	2.24	1.12	97.89						
N° 20	0.85	0.85	0.43	97.47						
N° 40	0.425	0.44	0.22	97.25						
N° 50	0.30	0.23	0.12	97.13						
N° 100	0.15	0.25	0.13	97.01						
N° 200	0.074	0.53	0.27	96.74						
PLATILLO		0.09	0.05							
SUMATORIA		193.48	96.74							
LÍMITE LÍQUIDO (%)		49.32%								
LÍMITE PLÁSTICO (%)		26.44%								
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		22.89%								
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (%)		(**)								
PESO VOLUM. SECO COMP.										
PESO VOLUM. SECO SUELTO										
PESO ESPEC. RELAT. DE SÓLIDOS		2.61								
PORCENTAJE DE SALES (%)		0.69%								
HUMEDAD NATURAL (%)		31.81%								
CLASIFICACIÓN SUCS		CL								

(*) Debido a que el porcentaje que pasa la malla N°200 es menor que el 5% no se realizaron los Límites de Atterberg.

(**) Debido a que el Límite Líquido es menor que el 50% no se realizó Límite de Contracción.



UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



PORCENTAJE DE SALES

RESPONSABLES DEL PROYECTO

: Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto

Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS

: "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS

: Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

FECHA DE LOS ENSAYOS

: 21 de marzo del 2014

CALICATA N° - MUESTRA N°	C-1/M-1	C-1/M-2	C-1/M-3	C-2/M-1	C-2/M-2	C-3/M-1
CÁPSULA N°	263	219	300	290	047	025
1. Peso cápsula (gr)	22.18	21.29	21.56	22.24	21.16	21.94
2. Peso cápsula + P. agua + P. sal (gr)	43.36	27.26	43.45	45.24	44.61	55.30
3. Peso cápsula + P sal (gr)	22.68	21.33	21.59	22.36	21.22	22.16
4. Peso sal (gr)	0.50	0.04	0.03	0.12	0.06	0.22
5. Peso agua (gr)	20.68	5.93	21.86	22.88	23.39	33.14
6. % de sal	2.42%	0.67%	0.14%	0.52%	0.257%	0.664%

CALICATA N° - MUESTRA N°	C-3/M-2	C-3/M-3	C-3/M-4	C-4/M-1	C-4/M-2	C-5/M-1
CÁPSULA N°	278	212	052	250	263	264
1. Peso cápsula (gr)	21.69	21.07	21.76	23.26	22.19	21.98
2. Peso cápsula + P. agua + P. sal (gr)	53.69	50.92	38.83	49.47	32.75	39.89
3. Peso cápsula + P sal (gr)	21.71	21.09	21.77	23.28	22.20	22.19
4. Peso sal (gr)	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.21
5. Peso agua (gr)	31.98	29.83	17.06	26.19	10.55	17.70
6. % de sal	0.063%	0.067%	0.059%	0.076%	0.095%	1.186%

CALICATA N° - MUESTRA N°	C-5/M-2	C-5/M-3	C-5/M-4	C-6/M-1	C-6/M-2	C-6/M-3
CÁPSULA N°	052	212	300	083	250	045
1. Peso cápsula (gr)	21.79	21.08	21.55	21.16	23.12	21.88
2. Peso cápsula + P. agua + P. sal (gr)	33.64	27.18	55.31	46.58	56.78	47.59
3. Peso cápsula + P sal (gr)	21.81	21.26	21.73	21.52	24.02	23.28
4. Peso sal (gr)	0.02	0.18	0.18	0.36	0.90	1.40
5. Peso agua (gr)	11.83	5.92	33.58	25.06	32.76	24.31
6. % de sal	0.169%	3.041%	0.536%	1.437%	2.747%	5.759%

CALICATA N° - MUESTRA N°	C-7/M-1	C-7/M-2	C-8/M-1	C-8/M-2	C-9/M-1	C-9/M-2
CÁPSULA N°	041	317	037	378	206	102
1. Peso cápsula (gr)	21.16	21.13	22.10	21.48	22.34	21.23
2. Peso cápsula + P. agua + P. sal (gr)	47.37	47.22	36.49	43.41	62.09	60.15
3. Peso cápsula + P sal (gr)	21.20	21.16	22.32	21.60	22.40	21.41
4. Peso sal (gr)	0.04	0.03	0.22	0.12	0.06	0.18
5. Peso agua (gr)	26.17	26.06	14.17	21.81	39.69	38.74
6. % de sal	0.153%	0.115%	1.553%	0.550%	0.15%	0.46%



UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



PORCENTAJE DE SALES

RESPONSABLES DEL PROYECTO

: Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto

Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS

: "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belón, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS

: Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

FECHA DE LOS ENSAYOS

: 21 de marzo del 2014

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-10/M-1	C-10/M-2	C-10/M-3	C-11/M-1	C-11/M-2	C-11/M-3
CÁPSULA Nº	311	317	278	281	047	264
1. Peso cápsula (gr)	21.19	21.13	21.69	22.22	21.16	21.97
2. Peso cápsula + P. agua + P. sal (gr)	56.10	48.56	42.84	50.07	44.34	51.68
3. Peso cápsula + P sal (gr)	21.27	21.57	21.69	22.26	21.16	22.03
4. Peso sal (gr)	0.08	0.44	0.00	0.04	0.00	0.06
5. Peso agua (gr)	34.83	26.99	21.15	27.81	23.18	29.65
6. % de sal	0.23%	1.630%	0.000%	0.144%	0.000%	0.202%

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-11/M-4	C-12/M-1	C-12/M-2	C-13/M-1	C-13/M-2	C-14/M-1
CÁPSULA Nº	102	267	144	311	037	285
1. Peso cápsula (gr)	21.22	21.90	22.08	21.20	22.10	21.36
2. Peso cápsula + P. agua + P. sal (gr)	43.47	41.27	54.19	44.14	49.07	58.99
3. Peso cápsula + P sal (gr)	21.24	21.90	22.26	21.20	22.11	21.64
4. Peso sal (gr)	0.02	0.00	0.18	0.00	0.01	0.28
5. Peso agua (gr)	22.23	19.37	31.93	22.94	26.96	37.35
6. % de sal	0.090%	0.000%	0.564%	0.000%	0.037%	0.750%

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-14/M-2	C-15/M-1	C-15/M-2	C-16/M-1	C-16/M-2	C-16/M-3
CÁPSULA Nº	048	234	048	041	219	048
1. Peso cápsula (gr)	21.18	21.95	22.44	21.18	21.28	21.20
2. Peso cápsula + P. agua + P. sal (gr)	41.20	36.88	33.38	57.97	66.97	66.67
3. Peso cápsula + P sal (gr)	21.38	22.05	22.54	21.20	21.38	21.26
4. Peso sal (gr)	0.20	0.10	0.10	0.02	0.10	0.06
5. Peso agua (gr)	19.82	14.83	10.84	36.77	45.59	45.41
6. % de sal	1.009%	0.674%	0.923%	0.054%	0.219%	0.132%

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-17/M-1	C-18/M-1	C-18/M-2	C-18/M-3	C-18/M-4	C-19/M-1
CÁPSULA Nº	259	271	322	025	281	391
1. Peso cápsula (gr)	21.37	21.12	21.07	21.96	22.22	21.08
2. Peso cápsula + P. agua + P. sal (gr)	40.96	39.46	36.64	48.45	32.02	41.38
3. Peso cápsula + P sal (gr)	21.61	21.46	21.27	22.01	22.22	21.22
4. Peso sal (gr)	0.24	0.34	0.20	0.05	0.00	0.14
5. Peso agua (gr)	19.35	18.00	15.37	26.44	9.80	20.16
6. % de sal	1.24%	1.89%	1.30%	0.19%	0.00%	0.69%



UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



LABORATORIO DE
MECANICA DE SUELOS

RESPONSABLES : Bach. Aguilar Lienque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver
PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"
PROCEDENCIA : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque
FECHA : 17 de marzo del 2014

ENSAYO: LÍMITE LÍQUIDO

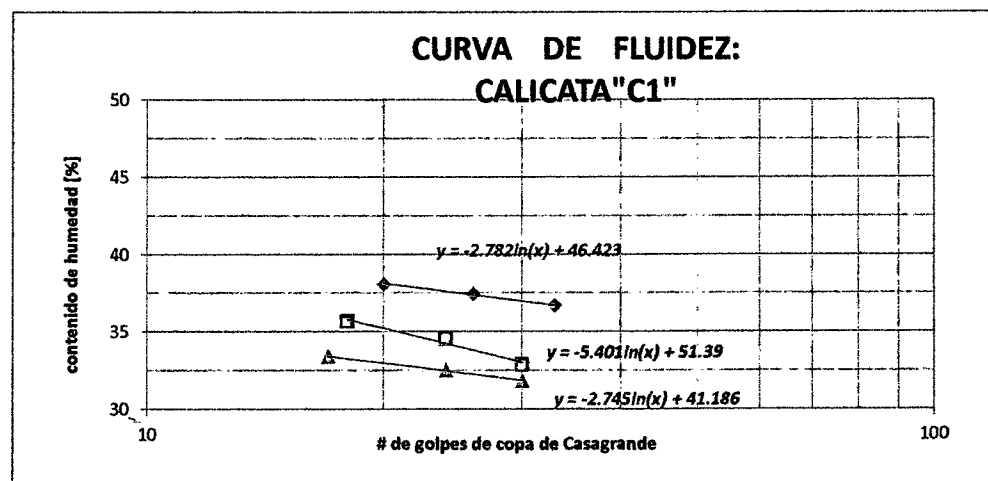
CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-1/M-1			C-1/M-2			C-1/M-3		
CÁPSULA Nº	209	278	34	359	49	281	254	199	278
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	49.66	48.43	45.05	49.72	48.85	50.57	60.73	53.14	62.08
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	42.02	41.15	38.47	42.72	41.83	43.12	51.07	45.47	51.97
3. Peso del agua (gr)	7.64	7.28	6.58	7.00	7.02	7.45	9.66	7.67	10.11
4. Peso de la cápsula (gr)	21.18	21.70	21.18	21.41	21.50	22.22	20.71	21.88	21.69
5. Peso suelo seco (gr)	20.84	19.45	17.29	21.31	20.33	20.90	30.36	23.59	30.28
6. % de humedad	36.66	37.43	38.06	32.85	34.53	35.65	31.82	32.51	33.39
7. Número de golpes	33	26	20	30	24	18	30	24	17

M-1			Cálculo de límite líquido:
33	26	20	de la ecuac. para $x=25$
36.7	37.4	38.1	LL= 37.47 %
M-2			Cálculo de límite líquido:
30	24	18	de la ecuac. para $x=25$
32.8	34.5	35.6	LL= 34.00 %
M-3			Cálculo de límite líquido:
30	24	17	de la ecuac. para $x=25$
31.8	32.5	33.4	LL= 32.35 %

ENSAYO: LÍMITE PLÁSTICO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-1/M-1	C-1/M-2	C-1/M-3
CÁPSULA Nº	153	333	177
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	49.26	41.06	41.95
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	44.23	37.93	38.31
3. Peso del agua (gr)	5.03	3.13	3.64
4. Peso de la cápsula (gr)	22.44	21.55	21.22
5. Peso suelo seco (gr)	21.79	16.38	17.09
6. % de humedad	23.08%	19.11%	21.30%
7. Límite plástico	23.08%	19.11%	21.30%

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-1/M-1	C-1/M-2	C-1/M-3
LÍMITE LÍQUIDO	37.47%	34.00%	32.35%
LÍMITE PLÁSTICO	23.08%	19.11%	21.30%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	14.38%	14.90%	11.05%





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



LABORATORIO DE
MECANICA DE SUELOS

RESPONSABLES : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver
PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belón, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"
PROCEDENCIA : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque
FECHA : 17 de marzo del 2014

ENSAYO: LÍMITE LÍQUIDO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-2/M-1			C-2/M-2					
CÁPSULA Nº	59	232	124	115	182	199			
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	48.98	46.69	51.05	45.23	43.73	47.49			
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	41.94	39.96	43.18	37.00	35.90	37.90			
3. Peso del agua (gr)	7.04	6.73	7.87	8.23	7.83	9.59			
4. Peso de la cápsula (gr)	21.78	21.02	21.42	21.43	21.97	21.88			
5. Peso suelo seco (gr)	20.16	18.94	21.76	15.57	13.93	16.02			
6. % de humedad	34.92	35.53	36.17	52.86	56.21	59.86			
7. Número de golpes	33	26	19	30	24	18			

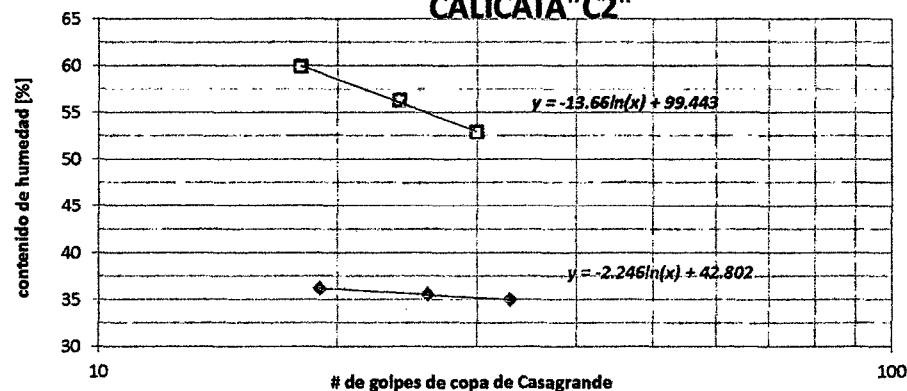
M-1			Cálculo de límite líquido:
33	26	19	de la ecuac. para $x=25$
34.9	35.5	36.2	L.L.= 35.57 %
M-2			Cálculo de límite líquido:
30	24	18	de la ecuac. para $x=25$
52.9	56.2	59.9	L.L.= 55.47 %

ENSAYO: LÍMITE PLÁSTICO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-2/M-1	C-2/M-2	
CÁPSULA Nº	331	092	
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	41.53	46.12	
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	38.13	40.94	
3. Peso del agua (gr)	3.40	5.18	
4. Peso de la cápsula (gr)	21.47	21.94	
5. Peso suelo seco (gr)	16.66	19	
6. % de humedad	20.41%	27.26%	
7. Límite plástico	20.41%	27.26%	

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-2/M-1	C-2/M-2	
LÍMITE LÍQUIDO	35.57%	55.47%	
LÍMITE PLÁSTICO	20.41%	27.26%	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	15.16%	28.21%	

CURVA DE FLUIDEZ:
CALICATA "C2"





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



LABORATORIO DE
MECANICA DE SUELOS

RESPONSABLES : Bach. Aguilar Lienque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver
PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"
PROCEDENCIA : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque
FECHA : 17 de marzo del 2014

ENSAYO: LÍMITE LÍQUIDO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-3/M-1			C-3/M-2			C-3/M-3		
CÁPSULA Nº	289	314	305	46	180	338	314	218	124
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	48.24	51.74	45.19	48.83	46.77	51.97	46.14	50.24	47.05
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	40.81	43.08	38.10	41.08	39.20	42.89	40.96	44.25	41.18
3. Peso del agua (gr)	7.43	8.66	7.09	7.75	7.57	9.08	5.18	5.99	5.87
4. Peso de la cápsula (gr)	22.02	21.39	21.34	22.06	21.01	21.77	21.37	22.45	21.41
5. Peso suelo seco (gr)	18.79	21.69	16.76	19.02	18.19	21.12	19.59	21.80	19.77
6. % de humedad	39.54	39.93	42.30	40.75	41.62	42.99	26.44	27.48	29.69
7. Número de golpes	30	24	18	30	24	18	30	24	18

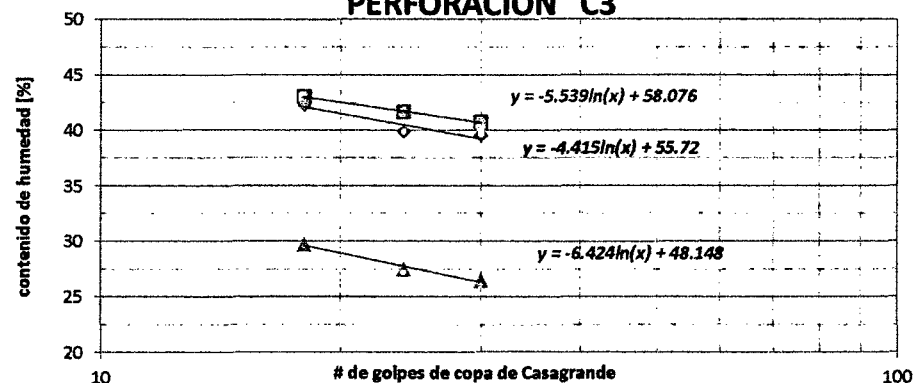
M-1			Cálculo de límite líquido:
30	24	18	de la ecuac. para x=25
39.5	39.9	42.3	L.L.= 40.25 %
M-2			Cálculo de límite líquido:
30	24	18	de la ecuac. para x=25
40.7	41.6	43.0	L.L.= 41.51 %
M-3			Cálculo de límite líquido:
30	24	18	de la ecuac. para x=25
26.4	27.5	29.7	L.L.= 27.47 %

ENSAYO: LÍMITE PLÁSTICO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-3/M-1	C-3/M-2	C-3/M-3
CÁPSULA Nº	245	268	194
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	42.62	44.24	45.13
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	38.91	40.05	40.79
3. Peso del agua (gr)	3.71	4.19	4.34
4. Peso de la cápsula (gr)	21.42	22.36	21.75
5. Peso suelo seco (gr)	17.49	17.69	19.04
6. % de humedad	21.21%	23.69%	22.79%
7. Límite plástico	21.21%	23.69%	22.79%

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-3/M-1	C-3/M-2	C-3/M-3
LÍMITE LÍQUIDO	40.25%	41.51%	27.47%
LÍMITE PLÁSTICO	21.21%	23.69%	22.79%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	19.03%	17.82%	4.68%

CURVA DE FLUIDEZ:
PERFORACION "C3"





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



LABORATORIO DE
MECANICA DE SUELOS

RESPONSABLES

: Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto

Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS

: "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belón, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA

: Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

FECHA

: 17 de marzo del 2014

ENSAYO: LÍMITE LÍQUIDO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-3/M-4								
CÁPSULA Nº	140	194	113						
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	45.47	47.36	44.70						
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	39.81	40.90	38.66						
3. Peso del agua (gr)	5.66	6.46	6.04						
4. Peso de la cápsula (gr)	22.13	21.71	21.40						
5. Peso suelo seco (gr)	17.68	19.19	17.26						
6. % de humedad	32.01	33.66	34.99						
7. Número de golpes	30	24	17						

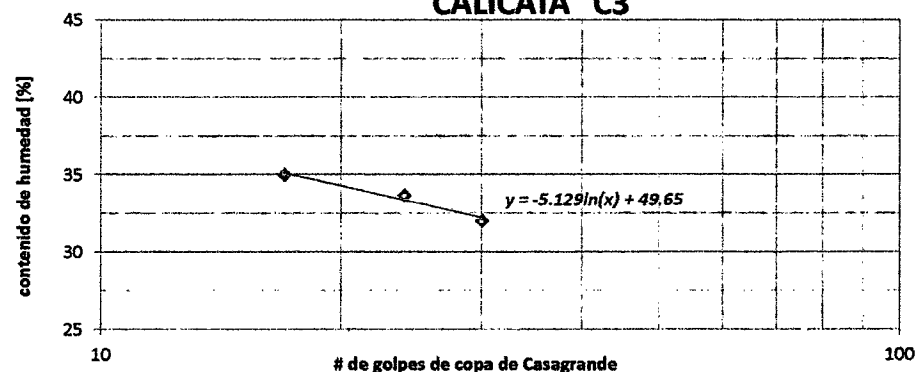
M-4			Cálculo de límite líquido:
30	24	17	de la ecuac. para $x=25$
32.0	33.7	35.0	L.L. = 33.14 %

ENSAYO: LÍMITE PLÁSTICO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-3/M-4		
CÁPSULA Nº	186		
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	42.70		
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	38.45		
3. Peso del agua (gr)	4.25		
4. Peso de la cápsula (gr)	20.50		
5. Peso suelo seco (gr)	17.95		
6. % de humedad	23.68%		
7. Límite plástico	23.68%		

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	P-3/M-4		
LÍMITE LÍQUIDO	33.14%		
LÍMITE PLÁSTICO	23.68%		
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	9.46%		

CURVA DE FLUIDEZ:
CALICATA "C3"





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



LABORATORIO DE
MECANICA DE SUELOS

RESPONSABLES

: Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto

Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS

: "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA

: Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

FECHA

: 17 de marzo del 2014

ENSAYO: LÍMITE LÍQUIDO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-4/M-1			C-4/M-2					
CÁPSULA Nº	268	63	148	100	115	209			
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	50.71	50.60	61.79	48.65	46.46	46.77			
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	44.35	43.59	51.62	40.68	38.84	38.85			
3. Peso del agua (gr)	6.36	7.01	10.17	7.97	7.62	7.92			
4. Peso de la cápsula (gr)	22.38	21.37	21.78	22.19	21.43	21.05			
5. Peso suelo seco (gr)	21.97	22.22	29.84	18.49	17.41	17.80			
6. % de humedad	28.95	31.55	34.08	43.10	43.77	44.49			
7. Número de golpes	30	23	16	30	24	18			

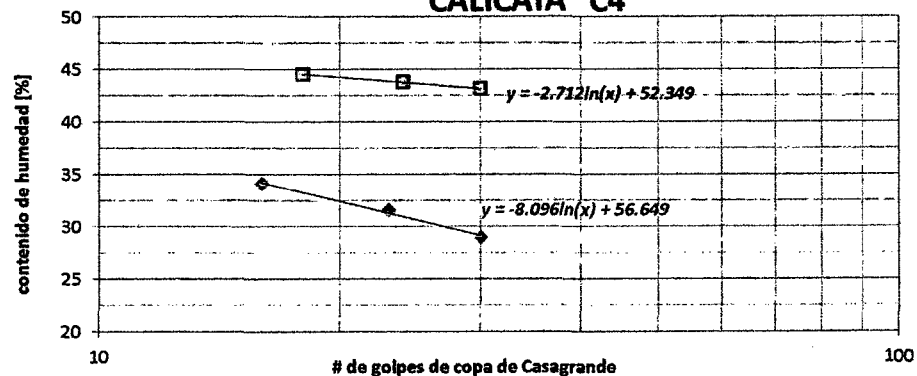
M-1			Cálculo de límite líquido:
30	23	16	de la ecuac. para x=25
28.9	31.5	34.1	L.L.= 30.59 %
M-2			Cálculo de límite líquido:
30	24	18	de la ecuac. para x=25
43.1	43.8	44.5	L.L.= 43.62 %

ENSAYO: LÍMITE PLÁSTICO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-4/M-1	C-4/M-2	
CÁPSULA Nº	182	207	
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	43.15	40.47	
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	39.82	36.68	
3. Peso del agua (gr)	3.33	3.79	
4. Peso de la cápsula (gr)	21.96	21.79	
5. Peso suelo seco (gr)	17.86	14.89	
6. % de humedad	18.65%	25.45%	
7. Límite plástico	18.65%	25.45%	

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-4/M-1	C-4/M-2	
LÍMITE LÍQUIDO	30.59%	43.62%	
LÍMITE PLÁSTICO	18.65%	25.45%	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	11.94%	18.17%	

CURVA DE FLUIDEZ:
CALICATA "C4"





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



LABORATORIO DE
MECANICA DE SUELOS

RESPONSABLES : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver
PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"
PROCEDENCIA : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque
FECHA : 17 de marzo del 2014

ENSAYO: LÍMITE LÍQUIDO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-5/M-1			C-5/M-2			C-5/M-3		
CÁPSULA Nº	34	207	267	138	194	356	254	121	177
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	45.55	47.97	49.18	55.03	52.45	54.39	47.95	50.75	46.58
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	38.52	40.12	40.90	47.75	45.53	46.86	39.98	41.99	38.68
3. Peso del agua (gr)	7.03	7.85	8.28	7.28	6.92	7.53	7.97	8.76	7.90
4. Peso de la cápsula (gr)	21.19	21.80	21.91	22.17	21.71	21.09	20.70	21.61	21.21
5. Peso suelo seco (gr)	17.33	18.32	18.99	25.58	23.82	25.77	19.28	20.38	17.47
6. % de humedad	40.57	42.85	43.60	28.46	29.05	29.22	41.34	42.98	45.22
7. Número de golpes	33	26	20	30	24	18	31	24	16

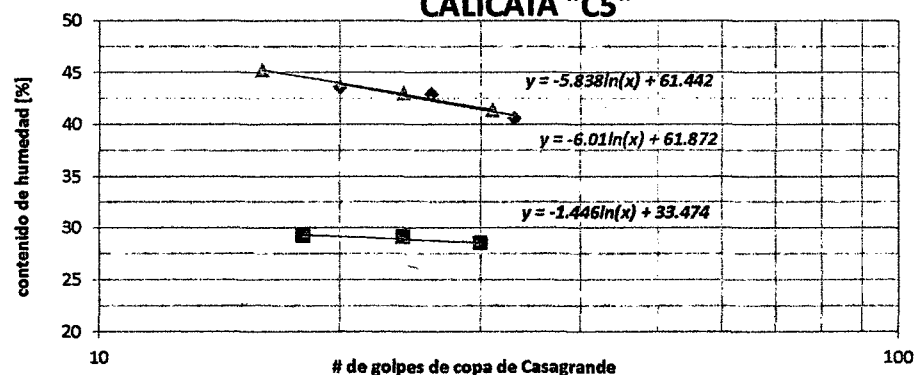
M-1			Cálculo de límite líquido:
33	26	20	de la ecuac. para x=25
40.6	42.8	43.6	L.L.= 42.53 %
M-2			Cálculo de límite líquido:
30	24	18	de la ecuac. para x=25
28.5	29.1	29.2	L.L.= 28.82 %
M-3			Cálculo de límite líquido:
31	24	16	de la ecuac. para x=25
41.3	43.0	45.2	L.L.= 42.65 %

ENSAYO: LÍMITE PLÁSTICO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-5/M-1	C-5/M-2	C-5/M-3
CÁPSULA Nº	259	186	188
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	38.70	47.31	39.15
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	35.67	42.24	34.89
3. Peso del agua (gr)	3.03	5.07	4.26
4. Peso de la cápsula (gr)	21.38	20.51	20.75
5. Peso suelo seco (gr)	14.29	21.73	14.14
6. % de humedad	21.20%	23.33%	30.13%
7. Límite plástico	21.20%	23.33%	30.13%

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-5/M-1	C-5/M-2	C-5/M-3
LÍMITE LÍQUIDO	42.53%	28.82%	42.65%
LÍMITE PLÁSTICO	21.20%	23.33%	30.13%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	21.32%	5.49%	12.52%

CURVA DE FLUIDEZ:
CALICATA "C5"





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



LABORATORIO DE
MECANICA DE SUELOS

RESPONSABLES

: Bach. Aguilar Lienque Carlos Alberto

Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS

: "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA

: Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

FECHA

: 17 de marzo del 2014

ENSAYO: LÍMITE LÍQUIDO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-5/M-4								
CÁPSULA Nº	124	179	295						
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	48.60	48.84	49.52						
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	41.53	41.52	41.96						
3. Peso del agua (gr)	7.07	7.32	7.56						
4. Peso de la cápsula (gr)	21.43	21.06	21.05						
5. Peso suelo seco (gr)	20.10	20.46	20.91						
6. % de humedad	35.17	35.78	36.15						
7. Número de golpes	30	24	18						

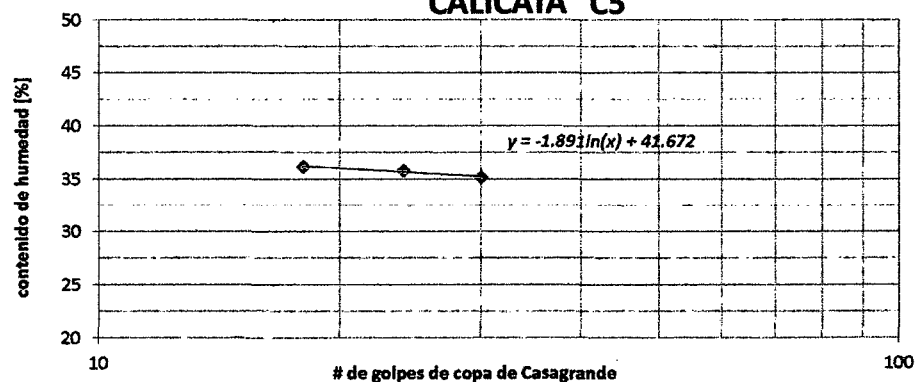
M-1			Cálculo de límite líquido:
30	24	18	de la ecuac. para $x=25$
35.2	35.8	36.2	L.L.= 35.59 %

ENSAYO: LÍMITE PLÁSTICO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-5/M-4		
CÁPSULA Nº	384		
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	43.48		
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	39.27		
3. Peso del agua (gr)	4.21		
4. Peso de la cápsula (gr)	20.93		
5. Peso suelo seco (gr)	18.34		
6. % de humedad	22.96%		
7. Límite plástico	22.96%		

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-5/M-4		
LÍMITE LÍQUIDO	35.59%		
LÍMITE PLÁSTICO	22.96%		
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	12.63%		

CURVA DE FLUIDEZ:
CALICATA "C5"





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



LABORATORIO DE
MECANICA DE SUELOS

RESPONSABLES : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver
PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"
PROCEDENCIA : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque
FECHA : 17 de marzo del 2014

ENSAYO: LÍMITE LÍQUIDO

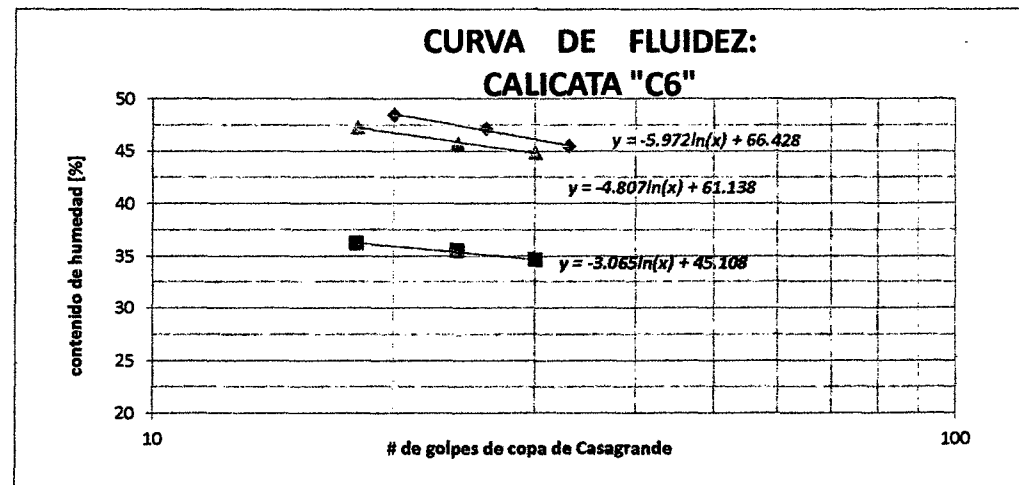
CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-6/M-1			C-6/M-2			C-6/E-3		
CÁPSULA Nº	245	257	124	138	384	136	293	63	182
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	44.42	50.69	55.79	44.49	47.21	49.65	48.76	44.58	48.30
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	37.15	41.61	45.22	38.75	40.33	42.41	40.50	37.29	39.85
3. Peso del agua (gr)	7.27	9.08	10.57	5.74	6.88	7.24	8.26	7.29	8.45
4. Peso de la cápsula (gr)	21.16	22.34	23.41	22.17	20.94	22.41	22.08	21.36	21.98
5. Peso suelo seco (gr)	15.99	19.27	21.81	16.58	19.39	20.00	18.42	15.93	17.87
6. % de humedad	45.47	47.12	48.46	34.62	35.48	36.20	44.84	45.76	47.29
7. Número de golpes	33	26	20	30	24	18	30	24	18

M-1			Cálculo de límite líquido:
33	26	20	de la ecuac. para $x=25$
45.5	47.1	48.5	L.L.= 47.20 %
M-2			Cálculo de límite líquido:
30	24	18	de la ecuac. para $x=25$
34.6	35.5	36.2	L.L.= 35.24 %
M-3			Cálculo de límite líquido:
30	24	18	de la ecuac. para $x=25$
44.8	45.8	47.3	L.L.= 45.66 %

ENSAYO: LÍMITE PLÁSTICO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-6/M-1	C-6/M-2	C-6/M-3
CÁPSULA Nº	063	263	292
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	43.51	42.09	46.04
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	40.01	38.82	41.15
3. Peso del agua (gr)	3.50	3.27	4.89
4. Peso de la cápsula (gr)	22.48	22.2	22.36
5. Peso suelo seco (gr)	17.53	16.62	18.79
6. % de humedad	19.97%	19.68%	26.02%
7. Límite plástico	19.97%	19.68%	26.02%

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-6/M-1	C-6/M-2	C-6/M-3
LÍMITE LÍQUIDO	47.20%	35.24%	45.66%
LÍMITE PLÁSTICO	19.97%	19.68%	26.02%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	27.24%	15.57%	19.64%





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



LABORATORIO DE
MECANICA DE SUELOS

RESPONSABLES

: Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto

Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS

: "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA

: Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

FECHA

: 17 de marzo del 2014

ENSAYO: LÍMITE LÍQUIDO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-7/M-1			C-7/M-2					
CÁPSULA Nº	224	92	272	218	71	234			
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	48.11	48.29	49.80	47.18	47.77	51.68			
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	40.36	40.29	41.16	41.29	41.44	44.36			
3. Peso del agua (gr)	7.75	8.00	8.64	5.89	6.33	7.32			
4. Peso de la cápsula (gr)	22.35	21.94	21.51	22.45	21.82	21.97			
5. Peso suelo seco (gr)	18.01	18.35	19.65	18.84	19.62	22.39			
6. % de humedad	43.03	43.60	43.97	31.26	32.26	32.69			
7. Número de golpes	30	24	18	30	24	18			

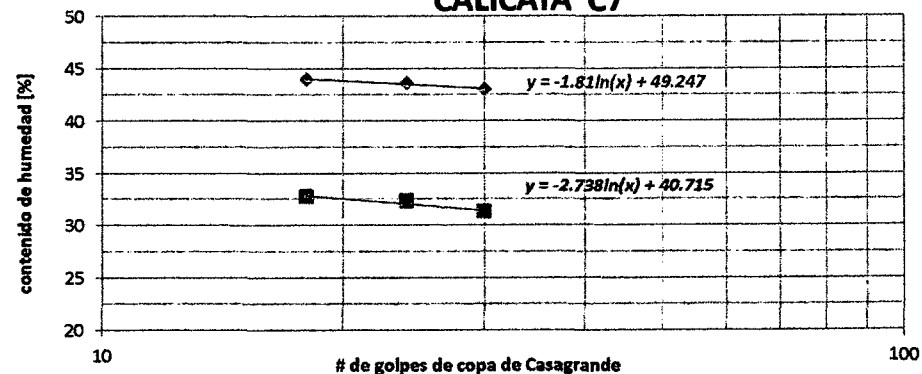
M-1			Cálculo de límite líquido:
30	24	18	de la ecuac. para $x=25$
43.0	43.6	44.0	L.L.= 43.42 %
M-2			Cálculo de límite líquido:
30	24	18	de la ecuac. para $x=25$
31.3	32.3	32.7	L.L.= 31.90 %

ENSAYO: LÍMITE PLÁSTICO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-7/M-1	C-7/M-2	
CÁPSULA Nº	188	167	
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	40.37	46.83	
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	36.88	42.48	
3. Peso del agua (gr)	3.49	4.35	
4. Peso de la cápsula (gr)	20.73	21.46	
5. Peso suelo seco (gr)	16.15	21.02	
6. % de humedad	21.61%	20.69%	
7. Límite plástico	21.61%	20.69%	

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-7/M-1	C-7/M-2	
LÍMITE LÍQUIDO	43.42%	31.90%	
LÍMITE PLÁSTICO	21.61%	20.69%	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	21.81%	11.21%	

CURVA DE FLUIDEZ:
CALICATA "C7"





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



LABORATORIO DE
MECANICA DE SUELOS

RESPONSABLES : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver
PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belón, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"
PROCEDENCIA : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque
FECHA : 17 de marzo del 2014

ENSAYO: LÍMITE LÍQUIDO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-8/M-1			C-8/M-2					
CÁPSULA Nº	115	92	100	295	218	46			
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	47.75	43.38	46.39	48.44	52.67	52.18			
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	39.75	36.69	38.58	42.07	45.51	44.90			
3. Peso del agua (gr)	8.00	6.69	7.81	6.37	7.16	7.28			
4. Peso de la cápsula (gr)	21.43	21.95	22.20	21.02	22.46	22.06			
5. Peso suelo seco (gr)	18.32	14.74	16.38	21.05	23.05	22.84			
6. % de humedad	43.67	45.39	47.68	30.26	31.06	31.87			
7. Número de golpes	33	26	19	30	23	17			

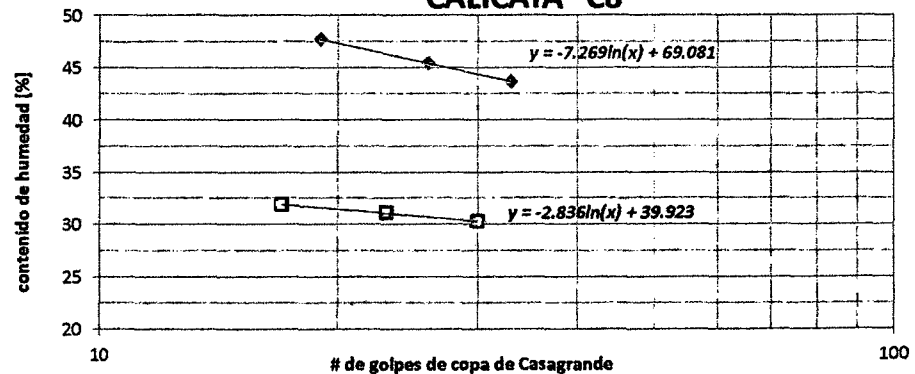
M-1			Cálculo de límite líquido:
33	26	19	de la ecuac. para $x=25$
43.7	45.4	47.7	L.L.= 45.68 %
M-2			Cálculo de límite líquido:
30	23	17	de la ecuac. para $x=25$
30.3	31.1	31.9	L.L.= 30.79 %

ENSAYO: LÍMITE PLÁSTICO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-8/M-1	C-8/M-2	
CÁPSULA Nº	293	272	
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	46.07	44.99	
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	41.18	41.13	
3. Peso del agua (gr)	4.89	3.86	
4. Peso de la cápsula (gr)	22.07	21.50	
5. Peso suelo seco (gr)	19.11	19.63	
6. % de humedad	25.59%	19.66%	
7. Límite plástico	25.59%	19.66%	

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-8/M-1	C-8/M-2	
LÍMITE LÍQUIDO	45.68%	30.79%	
LÍMITE PLÁSTICO	25.59%	19.66%	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	20.09%	11.13%	

CURVA DE FLUIDEZ:
CALICATA "C8"





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



LABORATORIO DE
MECANICA DE SUELOS

RESPONSABLES

: Bach. Aguilar Lienque Carlos Alberto

Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS

: "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA

: Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

FECHA

: 17 de marzo del 2014

ENSAYO: LÍMITE LÍQUIDO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-9/M-1			C-9/M-2					
CÁPSULA Nº	292	194	207	188	272	263			
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	46.12	46.61	51.38	48.04	54.67	51.43			
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	39.56	39.65	42.87	42.52	47.56	45.10			
3. Peso del agua (gr)	6.56	6.96	8.51	5.52	7.11	6.33			
4. Peso de la cápsula (gr)	22.37	21.73	21.79	20.74	21.52	22.21			
5. Peso suelo seco (gr)	17.19	17.92	21.08	21.78	26.04	22.89			
6. % de humedad	38.16	38.84	40.37	25.34	27.30	27.65			
7. Número de golpes	30	23	18	33	26	20			

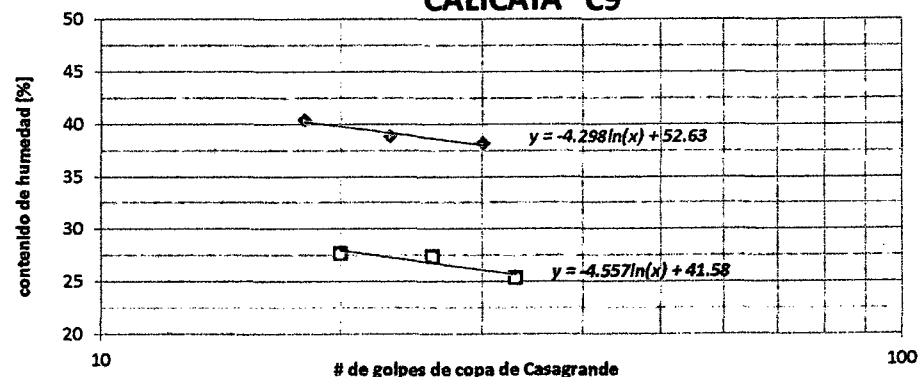
M-1			Cálculo de límite líquido:
30	23	18	de la ecuac. para $x=25$
38.2	38.8	40.4	L.L.= 38.80 %
M-2			Cálculo de límite líquido:
33	26	20	de la ecuac. para $x=25$
25.3	27.3	27.7	L.L.= 26.91 %

ENSAYO: LÍMITE PLÁSTICO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-9/M-1	C-9/M-2	
CÁPSULA Nº	194	209	
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	42.58	51.99	
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	38.74	46.92	
3. Peso del agua (gr)	3.84	5.07	
4. Peso de la cápsula (gr)	21.59	21.06	
5. Peso suelo seco (gr)	17.15	25.86	
6. % de humedad	22.39%	19.61%	
7. Límite plástico	22.39%	19.61%	

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-9/M-1	C-9/M-2	
LÍMITE LÍQUIDO	38.80%	26.91%	
LÍMITE PLÁSTICO	22.39%	19.61%	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	16.40%	7.31%	

CURVA DE FLUIDEZ:
CALICATA "C9"





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



LABORATORIO DE
MECANICA DE SUELOS

RESPONSABLES : Bach. Aguilar Lienque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver
PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"
PROCEDENCIA : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque
FECHA : 17 de marzo del 2014

ENSAYO: LÍMITE LÍQUIDO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-10/M-1			C-10/M-2			C-10/M-3		
CÁPSULA Nº	209	259	149	37	34	356	305	356	37
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	44.93	45.93	48.28	47.78	43.86	45.65	45.46	44.70	46.89
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	38.38	38.91	41.09	42.46	38.93	40.15	39.40	38.50	40.36
3. Peso del agua (gr)	6.55	7.02	7.19	5.32	4.93	5.50	6.06	6.20	6.53
4. Peso de la cápsula (gr)	21.06	21.38	23.41	22.45	21.17	21.10	21.34	21.10	22.44
5. Peso suelo seco (gr)	17.32	17.53	17.68	20.01	17.76	19.05	18.06	17.40	17.92
6. % de humedad	37.82	40.05	40.67	26.59	27.76	28.87	33.55	35.63	36.44
7. Número de golpes	30	24	17	30	23	17	33	26	19

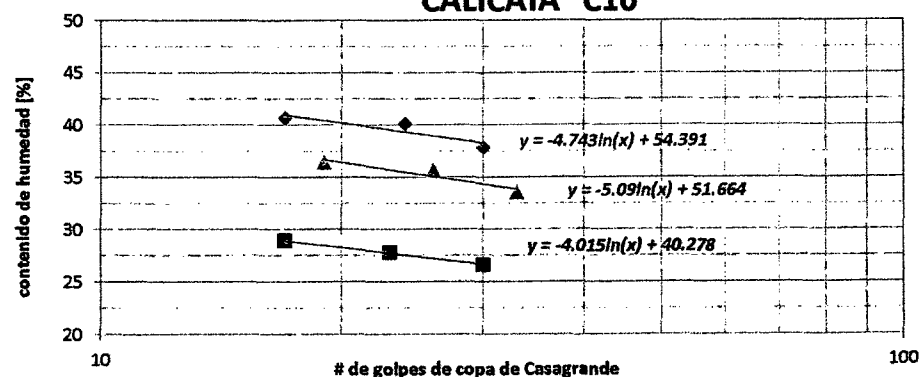
M-1			Cálculo de límite líquido:
30	24	17	de la ecuac. para $x=25$
37.8	40.0	40.7	L.L.= 39.12 %
M-2			Cálculo de límite líquido:
30	23	17	de la ecuac. para $x=25$
26.6	27.8	28.9	L.L.= 27.35 %
M-3			Cálculo de límite líquido:
33	26	19	de la ecuac. para $x=25$
33.6	35.6	36.4	L.L.= 35.28 %

ENSAYO: LÍMITE PLÁSTICO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-10/M-1	C-10/M-2	C-10/M-3
CÁPSULA Nº	136	209	179
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	48.53	50.08	40.97
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	43.78	44.57	37.38
3. Peso del agua (gr)	4.75	5.51	3.59
4. Peso de la cápsula (gr)	22.41	21.17	21.06
5. Peso suelo seco (gr)	21.37	23.4	16.32
6. % de humedad	22.23%	23.55%	22.00%
7. Límite plástico	22.23%	23.55%	22.00%

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-10/M-1	C-10/M-2	C-10/M-3
LÍMITE LÍQUIDO	39.12%	27.35%	35.28%
LÍMITE PLÁSTICO	22.23%	23.55%	22.00%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	16.90%	3.81%	13.28%

CURVA DE FLUIDEZ:
CALICATA "C10"





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



LABORATORIO DE
MECANICA DE SUELOS

RESPONSABLES : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver
PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"
PROCEDENCIA : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque
FECHA : 17 de marzo del 2014

ENSAYO: LÍMITE LÍQUIDO

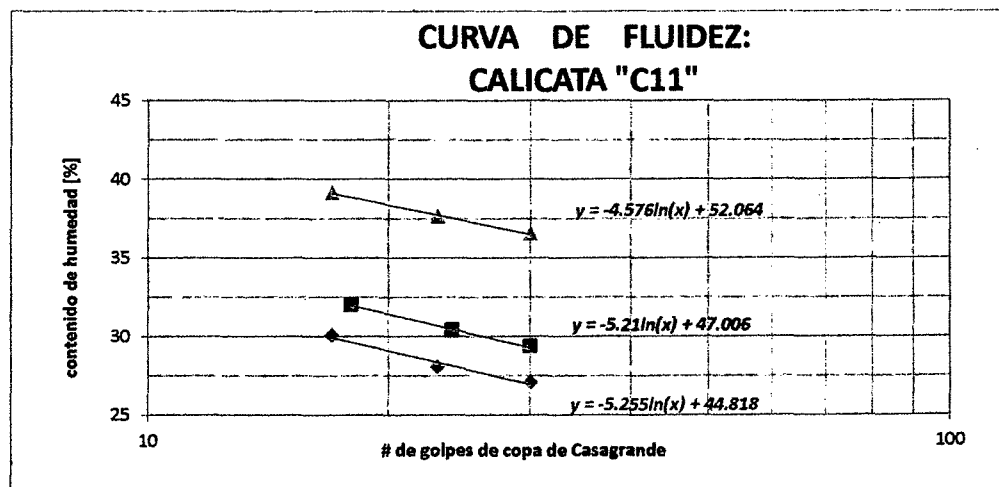
CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-11/M-1			C-11/M-2			C-11/M-3		
CÁPSULA Nº	331	148	289	194	245	209	138	51	305
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	45.34	52.73	48.44	45.49	50.15	47.23	45.77	44.59	48.18
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	40.25	45.95	42.33	40.08	43.46	40.89	39.21	38.46	40.63
3. Peso del agua (gr)	5.09	6.78	6.11	5.41	6.69	6.34	6.56	6.13	7.55
4. Peso de la cápsula (gr)	21.47	21.77	22.01	21.64	21.42	21.07	21.26	22.17	21.34
5. Peso suelo seco (gr)	18.78	24.18	20.32	18.44	22.04	19.82	17.95	16.29	19.29
6. % de humedad	27.10	28.04	30.07	29.34	30.35	31.99	36.55	37.63	39.14
7. Número de golpes	30	23	17	30	24	18	30	23	17

M-1			Cálculo de límite líquido:
30	23	17	de la ecuac. para x=25
27.1	28.0	30.1	L.L.= 27.90 %
M-2			Cálculo de límite líquido:
30	24	18	de la ecuac. para x=25
29.3	30.4	32.0	L.L.= 30.24 %
M-3			Cálculo de límite líquido:
30	23	17	de la ecuac. para x=25
36.5	37.6	39.1	L.L.= 37.33 %

ENSAYO: LÍMITE PLÁSTICO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-11/M-1	C-11/M-2	C-11/M-3
CÁPSULA Nº	314	292	263
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	44.16	40.50	44.06
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	40.54	37.31	40.07
3. Peso del agua (gr)	3.62	3.19	3.99
4. Peso de la cápsula (gr)	21.38	22.36	22.19
5. Peso suelo seco (gr)	19.16	14.95	17.88
6. % de humedad	18.89%	21.34%	22.32%
7. Límite plástico	18.89%	21.34%	22.32%

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-11/M-1	C-11/M-2	C-11/M-3
LÍMITE LÍQUIDO	27.90%	30.24%	37.33%
LÍMITE PLÁSTICO	18.89%	21.34%	22.32%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	9.01%	8.90%	15.02%





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



LABORATORIO DE
MECANICA DE SUELOS

RESPONSABLES : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver
PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"
PROCEDENCIA : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque
FECHA : 17 de marzo del 2014

ENSAYO: LÍMITE LÍQUIDO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-11/M-4								
CÁPSULA Nº	356	289	37						
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	44.24	49.04	49.70						
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	38.60	42.22	42.56						
3. Peso del agua (gr)	5.64	6.82	7.14						
4. Peso de la cápsula (gr)	21.09	22.03	22.44						
5. Peso suelo seco (gr)	17.51	20.19	20.12						
6. % de humedad	32.21	33.78	35.49						
7. Número de golpes	33	26	19						

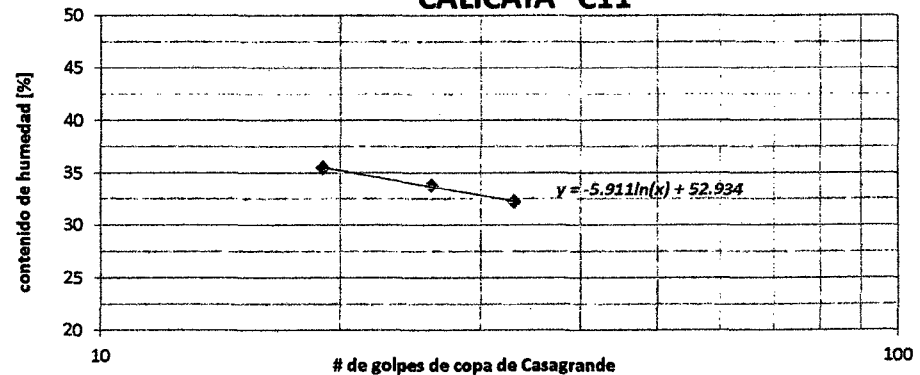
M-1			Cálculo de límite líquido:	
33	26	19	de la ecua. para $x=25$	
32.2	33.8	35.5	LL=	33.91 %

ENSAYO: LÍMITE PLÁSTICO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-11/M-4		
CÁPSULA Nº	199		
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	45.04		
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	40.47		
3. Peso del agua (gr)	4.57		
4. Peso de la cápsula (gr)	21.88		
5. Peso suelo seco (gr)	18.59		
6. % de humedad	24.58%		
7. Límite plástico	24.58%		

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-11/M-4		
LÍMITE LÍQUIDO	33.91%		
LÍMITE PLÁSTICO	24.58%		
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	9.32%		

CURVA DE FLUIDEZ:
CALICATA "C11"





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



LABORATORIO DE
MECANICA DE SUELOS

RESPONSABLES

: Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto

Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS

: "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA

: Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

FECHA

: 17 de marzo del 2014

ENSAYO: LÍMITE LÍQUIDO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-12/M-1			C-12/M-2					
CÁPSULA Nº	121	179	295	15	209	46			
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	45.14	44.84	45.47	53.12	52.50	48.98			
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	37.91	37.43	37.76	45.89	45.31	42.52			
3. Peso del agua (gr)	7.23	7.41	7.71	7.23	7.19	6.46			
4. Peso de la cápsula (gr)	21.61	21.05	21.04	21.48	21.17	22.06			
5. Peso suelo seco (gr)	16.30	16.38	16.72	24.41	24.14	20.46			
6. % de humedad	44.36	45.24	46.11	29.62	29.78	31.57			
7. Número de golpes	33	26	19	30	24	18			

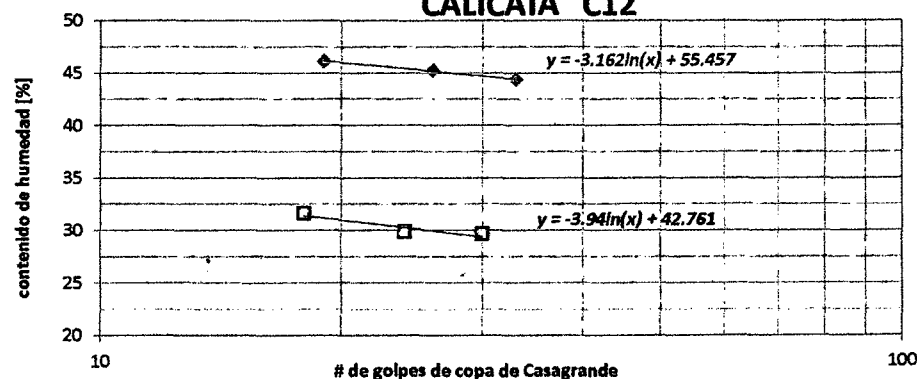
M-1			Cálculo de límite líquido:
33	26	19	de la ecuac. para $x=25$
44.4	45.2	46.1	L.L.= 45.28 %
M-2			Cálculo de límite líquido:
30	24	18	de la ecuac. para $x=25$
29.6	29.8	31.6	L.L.= 30.08 %

ENSAYO: LÍMITE PLÁSTICO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-12/M-1	C-12/M-2	
CÁPSULA Nº	281	148	
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	41.58	48.48	
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	37.91	43.08	
3. Peso del agua (gr)	3.67	5.40	
4. Peso de la cápsula (gr)	22.23	21.77	
5. Peso suelo seco (gr)	15.68	21.31	
6. % de humedad	23.41%	25.34%	
7. Límite plástico	23.41%	25.34%	

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-12/M-1	C-12/M-2	
LÍMITE LÍQUIDO	45.28%	30.08%	
LÍMITE PLÁSTICO	23.41%	25.34%	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	21.87%	4.74%	

CURVA DE FLUIDEZ:
CALICATA "C12"





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



LABORATORIO DE
MECANICA DE SUELOS

RESPONSABLES

: Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto

Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS

: "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA

: Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

FECHA

: 17 de marzo del 2014

ENSAYO: LÍMITE LÍQUIDO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-13/M-1			C-13/M-2					
CÁPSULA Nº	251	289	138	194	338	34			
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	45.12	47.89	46.97	53.44	48.71	53.49			
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	39.45	41.32	40.14	46.48	42.62	45.89			
3. Peso del agua (gr)	5.67	6.57	6.83	6.96	6.09	7.60			
4. Peso de la cápsula (gr)	21.54	22.02	21.24	21.60	21.77	21.16			
5. Peso suelo seco (gr)	17.91	19.30	18.90	24.88	20.85	24.73			
6. % de humedad	31.66	34.04	36.14	27.97	29.21	30.73			
7. Número de golpes	33	26	19	33	26	19			

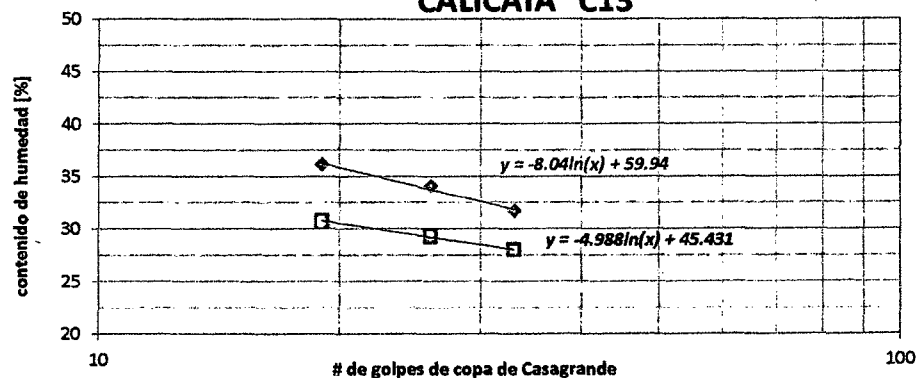
M-1			Cálculo de límite líquido:
33	26	19	de la ecuac. para $x=25$
31.7	34.0	36.1	L.L.= 34.06 %
M-2			Cálculo de límite líquido:
33	26	19	de la ecuac. para $x=25$
28.0	29.2	30.7	L.L.= 29.38 %

ENSAYO: LÍMITE PLÁSTICO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-13/M-1	C-13/M-2	
CÁPSULA Nº	153	186	
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	46.72	43.78	
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	42.97	39.42	
3. Peso del agua (gr)	3.75	4.36	
4. Peso de la cápsula (gr)	22.44	20.53	
5. Peso suelo seco (gr)	20.53	18.89	
6. % de humedad	18.27%	23.08%	
7. Límite plástico	18.27%	23.08%	

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-13/M-1	C-13/M-2	
LÍMITE LÍQUIDO	34.06%	29.38%	
LÍMITE PLÁSTICO	18.27%	23.08%	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	15.79%	6.29%	

CURVA DE FLUIDEZ:
CALICATA "C13"





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



LABORATORIO DE
MECANICA DE SUELOS

RESPONSABLES

: Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto

Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS

: "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA

: Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

FECHA

: 17 de marzo del 2014

ENSAYO: LÍMITE LÍQUIDO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-14/M-1			C-14/M-2					
CÁPSULA Nº	138	267	180	224	121	194			
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	47.01	50.73	49.28	50.26	49.08	45.69			
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	39.61	42.37	40.82	42.38	41.29	38.78			
3. Peso del agua (gr)	7.40	8.36	8.46	7.88	7.79	6.91			
4. Peso de la cápsula (gr)	21.26	21.92	21.02	22.41	21.60	21.62			
5. Peso suelo seco (gr)	18.35	20.45	19.80	19.97	19.69	17.16			
6. % de humedad	40.33	40.88	42.73	39.46	39.56	40.27			
7. Número de golpes	30	24	18	30	24	18			

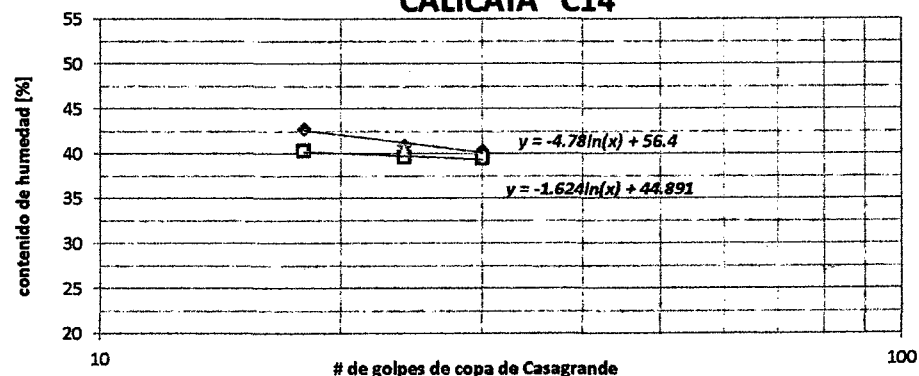
M-1			Cálculo de límite líquido:
30	24	18	de la ecuac. para x=25
40.3	40.9	42.7	L.L.= 41.01 %
M-2			Cálculo de límite líquido:
30	24	18	de la ecuac. para x=25
39.5	39.6	40.3	L.L.= 39.66 %

ENSAYO: LÍMITE PLÁSTICO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-14/M-1	C-14/M-2	
CÁPSULA Nº	177	218	
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	37.02	42.36	
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	33.84	38.20	
3. Peso del agua (gr)	3.18	4.16	
4. Peso de la cápsula (gr)	21.21	22.46	
5. Peso suelo seco (gr)	12.63	15.74	
6. % de humedad	25.18%	26.43%	
7. Límite plástico	25.18%	26.43%	

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-14/M-1	C-14/M-2	
LÍMITE LÍQUIDO	41.01%	39.66%	
LÍMITE PLÁSTICO	25.18%	26.43%	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	15.84%	13.23%	

CURVA DE FLUIDEZ:
CALICATA "C14"





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



LABORATORIO DE
MECANICA DE SUELOS

RESPONSABLES

: Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto

Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS

: "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belón, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA

: Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

FECHA

: 17 de marzo del 2014

ENSAYO: LÍMITE LÍQUIDO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-15/M-1			C-15/M-2					
CÁPSULA Nº	293	63	100	47	259	260			
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	48.27	44.36	47.51	49.25	52.97	49.67			
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	41.61	38.32	40.73	41.94	44.52	42.20			
3. Peso del agua (gr)	6.66	6.04	6.78	7.31	8.45	7.47			
4. Peso de la cápsula (gr)	22.06	21.36	22.19	21.16	21.38	22.51			
5. Peso suelo seco (gr)	19.55	16.96	18.54	20.78	23.14	19.69			
6. % de humedad	34.07	35.61	36.57	35.18	36.52	37.94			
7. Número de golpes	33	26	19	30	24	18			

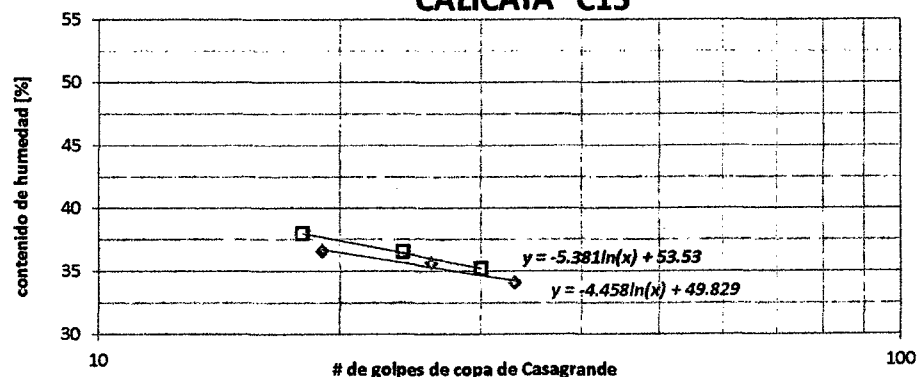
M-1			Cálculo de límite líquido:
33	26	19	de la ecuac. para x=25
34.1	35.6	36.6	L.L.= 35.48 %
M-2			Cálculo de límite líquido:
30	24	18	de la ecuac. para x=25
35.2	36.5	37.9	L.L.= 36.21 %

ENSAYO: LÍMITE PLÁSTICO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-15/M-1	C-15/M-2	
CÁPSULA Nº	015	281	
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	44.49	43.72	
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	40.37	39.52	
3. Peso del agua (gr)	4.12	4.2	
4. Peso de la cápsula (gr)	21.46	22.23	
5. Peso suelo seco (gr)	18.91	17.29	
6. % de humedad	21.79%	24.29%	
7. Límite plástico	21.79%	24.29%	

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-15/M-1	C-15/M-2	
LÍMITE LÍQUIDO	35.48%	36.21%	
LÍMITE PLÁSTICO	21.79%	24.29%	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	13.69%	11.92%	

CURVA DE FLUIDEZ:
CALICATA "C15"





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



LABORATORIO DE
MECANICA DE SUELOS

RESPONSABLES : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver
PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"
PROCEDENCIA : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque
FECHA : 17 de marzo del 2014

ENSAYO: LÍMITE LÍQUIDO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-16/M-1			C-16/M-2			C-16/M-3		
CÁPSULA Nº	179	245	153	47	260	278	259	331	305
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	45.10	46.98	53.11	45.72	44.18	50.51	45.46	41.06	45.42
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	38.87	40.13	44.67	40.63	39.52	44.06	38.15	35.08	38.05
3. Peso del agua (gr)	6.23	6.85	8.44	5.09	4.66	6.45	7.31	5.98	7.37
4. Peso de la cápsula (gr)	21.05	21.42	22.45	21.16	22.48	21.70	21.37	21.47	21.33
5. Peso suelo seco (gr)	17.82	18.71	22.22	19.47	17.04	22.36	16.78	13.61	16.72
6. % de humedad	34.96	36.61	37.98	26.14	27.35	28.85	43.56	43.94	44.08
7. Número de golpes	30	23	17	30	24	17	30	24	18

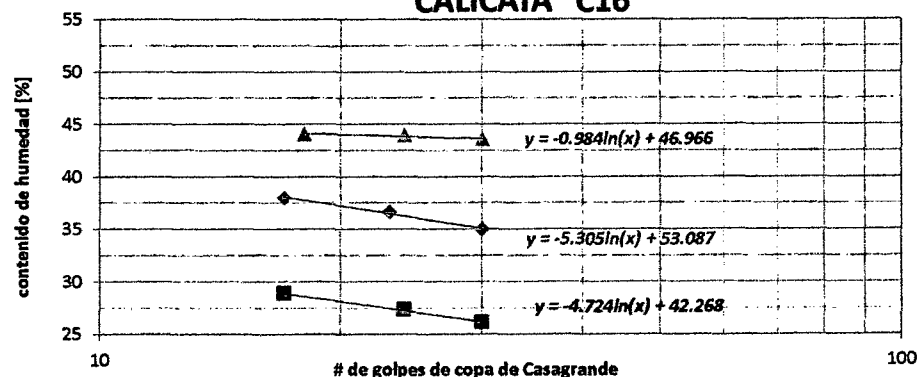
M-1			Cálculo de límite líquido:
30	23	17	de la ecuac. para $x=25$
35.0	36.6	38.0	L.L.= 36.01 %
M-2			Cálculo de límite líquido:
30	24	17	de la ecuac. para $x=25$
26.1	27.3	28.8	L.L.= 27.06 %
M-3			Cálculo de límite líquido:
30	24	18	de la ecuac. para $x=25$
43.6	43.9	44.1	L.L.= 43.80 %

ENSAYO: LÍMITE PLÁSTICO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-16/M-1	C-16/M-2	C-16/M-3
CÁPSULA Nº	267	206	278
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	42.90	48.27	39.27
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	38.72	43.53	35.88
3. Peso del agua (gr)	4.18	4.74	3.39
4. Peso de la cápsula (gr)	21.92	22.34	21.70
5. Peso suelo seco (gr)	16.80	21.19	14.18
6. % de humedad	24.88%	22.37%	23.91%
7. Límite plástico	24.88%	22.37%	23.91%

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-16/M-1	C-16/M-2	C-16/M-3
LÍMITE LÍQUIDO	36.01%	27.06%	43.80%
LÍMITE PLÁSTICO	24.88%	22.37%	23.91%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	11.13%	4.69%	19.89%

CURVA DE FLUIDEZ:
CALICATA "C16"





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



LABORATORIO DE
MECANICA DE SUELOS

RESPONSABLES : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver
PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"
PROCEDENCIA : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque
FECHA : 17 de marzo del 2014

ENSAYO: LÍMITE LÍQUIDO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-17/M-1								
CÁPSULA Nº	243	299	180						
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	43.47	44.75	45.90						
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	35.86	36.66	36.72						
3. Peso del agua (gr)	7.61	8.09	9.18						
4. Peso de la cápsula (gr)	22.04	22.25	21.02						
5. Peso suelo seco (gr)	13.82	14.41	15.70						
6. % de humedad	55.1	56.1	58.5						
7. Número de golpes	30	24	18						

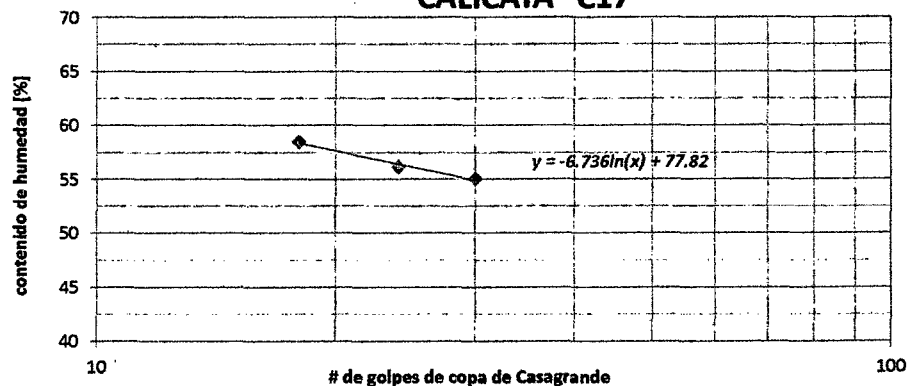
M-1			Cálculo de límite líquido: de la ecuac. para $x=25$
30	24	18	
55.1	56.1	58.5	L.L.= 56.14 %

ENSAYO: LÍMITE PLÁSTICO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-17/M-1		
CÁPSULA Nº	155		
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	46.22		
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	41.26		
3. Peso del agua (gr)	4.96		
4. Peso de la cápsula (gr)	21.77		
5. Peso suelo seco (gr)	19.49		
6. % de humedad	25.45%		
7. Límite plástico	25.45%		

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-17/M-1		
LÍMITE LÍQUIDO	56.14%		
LÍMITE PLÁSTICO	25.45%		
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	30.69%		

CURVA DE FLUIDEZ:
CALICATA "C17"





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



LABORATORIO DE
MECANICA DE SUELOS

RESPONSABLES

: Bach. Aguilar Lienque Carlos Alberto

Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS

: "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA

: Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

FECHA

: 17 de marzo del 2014

ENSAYO: LÍMITE LÍQUIDO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-18/M-1			C-18/M-2			C-18/M-3		
CÁPSULA Nº	338	293	314	268	224	124	268	245	254
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	45.85	57.81	61.20	53.23	52.42	53.65	47.56	49.44	48.00
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	38.38	46.56	48.51	45.50	44.71	45.22	42.98	44.20	42.73
3. Peso del agua (gr)	7.47	11.25	12.69	7.73	7.71	8.43	4.58	5.24	5.27
4. Peso de la cápsula (gr)	21.78	22.09	21.38	22.37	22.35	21.42	22.36	21.43	20.71
5. Peso suelo seco (gr)	16.60	24.47	27.13	23.13	22.36	23.80	20.62	22.77	22.02
6. % de humedad	45.00	45.97	46.77	33.42	34.48	35.42	22.21	23.01	23.93
7. Número de golpes	30	23	16	31	23	16	30	24	18

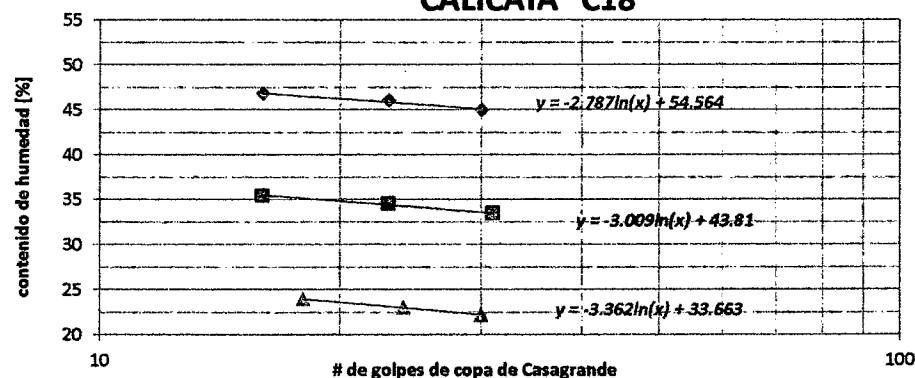
M-1			Cálculo de límite líquido:
30	23	16	de la ecuac. para $x=25$
45.0	46.0	46.8	L.L.= 45.59 %
M-2			Cálculo de límite líquido:
31	23	16	de la ecuac. para $x=25$
33.4	34.5	35.4	L.L.= 34.12 %
M-3			Cálculo de límite líquido:
30	24	18	de la ecuac. para $x=25$
22.2	23.0	23.9	L.L.= 22.84 %

ENSAYO: LÍMITE PLÁSTICO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-18/M-1	C-18/M-2	C-18/M-3
CÁPSULA Nº	289	272	153
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	39.93	44.99	45.39
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	36.47	41.13	42.14
3. Peso del agua (gr)	3.46	3.86	3.25
4. Peso de la cápsula (gr)	21.70	21.50	22.44
5. Peso suelo seco (gr)	14.77	19.63	19.70
6. % de humedad	23.43%	19.66%	16.50%
7. Límite plástico	23.43%	19.66%	16.50%

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-18/M-1	C-18/M-2	C-18/M-3
LÍMITE LÍQUIDO	45.59%	34.12%	22.84%
LÍMITE PLÁSTICO	23.43%	19.66%	16.50%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	22.17%	14.46%	6.34%

CURVA DE FLUIDEZ:
CALICATA "C18"





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



LABORATORIO DE
MECANICA DE SUELOS

RESPONSABLES : Bach. Aguilar Lienque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver
PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"
PROCEDENCIA : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque
FECHA : 17 de marzo del 2014

ENSAYO: LÍMITE LÍQUIDO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-18/M-4								
CÁPSULA Nº	100	263	209						
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	48.40	49.29	48.32						
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	39.39	39.87	38.71						
3. Peso del agua (gr)	9.01	9.42	9.61						
4. Peso de la cápsula (gr)	22.19	22.21	21.18						
5. Peso suelo seco (gr)	17.20	17.66	17.53						
6. % de humedad	52.38	53.34	54.82						
7. Número de golpes	30	24	18						

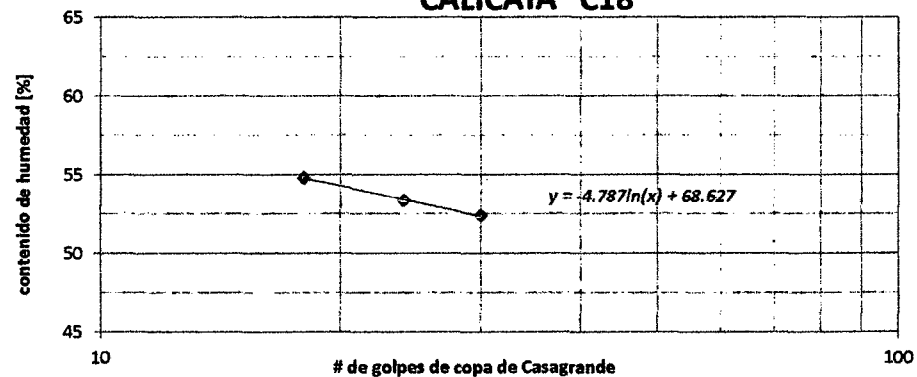
M-1			Cálculo de límite líquido:
30	24	18	de la ecuac. para x=25
52.4	53.3	54.8	L.L.= 53.22 %

ENSAYO: LÍMITE PLÁSTICO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-18/M-4		
CÁPSULA Nº	115		
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	41.49		
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	37.53		
3. Peso del agua (gr)	3.96		
4. Peso de la cápsula (gr)	21.42		
5. Peso suelo seco (gr)	16.11		
6. % de humedad	24.58%		
7. Límite plástico	24.58%		

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-18/M-4		
LÍMITE LÍQUIDO	53.22%		
LÍMITE PLÁSTICO	24.58%		
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	28.64%		

CURVA DE FLUIDEZ:
CALICATA "C18"





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



LABORATORIO DE
MECANICA DE SUELOS

RESPONSABLES

: Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto

Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS

: "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA

: Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

FECHA

: 17 de marzo del 2014

ENSAYO: LÍMITE LÍQUIDO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-19/M-1								
CÁPSULA Nº	180	186	338						
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	44.79	41.22	44.99						
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	37.13	34.40	37.14						
3. Peso del agua (gr)	7.66	6.82	7.85						
4. Peso de la cápsula (gr)	21.00	20.51	21.78						
5. Peso suelo seco (gr)	16.13	13.89	15.36						
6. % de humedad	47.5	49.1	51.1						
7. Número de golpes	33	26	19						

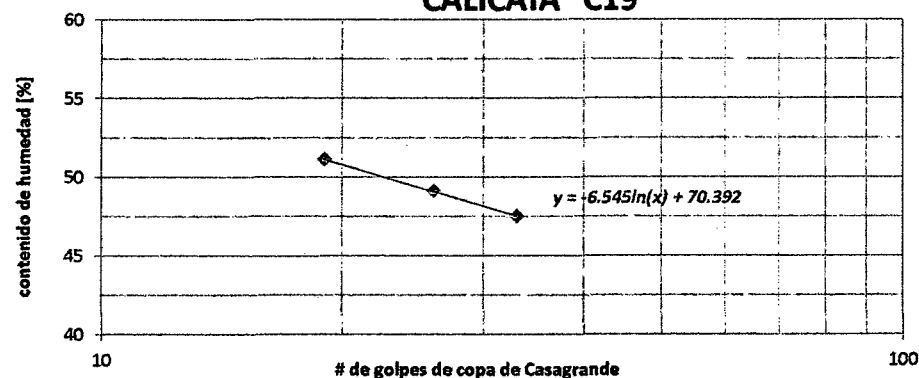
M-1			Cálculo de límite líquido:	
33	26	19	de la ecuac. para x=25	
47.5	49.1	51.1	LL=	49.32 %

ENSAYO: LÍMITE PLÁSTICO

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-19/M-1		
CÁPSULA Nº	281		
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	43.60		
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	39.13		
3. Peso del agua (gr)	4.47		
4. Peso de la cápsula (gr)	22.22		
5. Peso suelo seco (gr)	16.91		
6. % de humedad	26.44%		
7. Límite plástico	26.44%		

CALICATA Nº - MUESTRA Nº	C-19/M-1		
LÍMITE LÍQUIDO	49.32%		
LÍMITE PLÁSTICO	26.44%		
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	22.89%		

CURVA DE FLUIDEZ:
CALICATA "C19"





UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



LIMITE DE CONTRACCION

RESPONSABLES DEL PROYECTO : Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS : "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

FECHA DE LOS ENSAYOS : 21 de abril del 2014

Peso Especifico Hg = 13.6 gr/cm³

CALICATA N° / MUESTRA N°	C18/E4	C2/M2	C17/M1			
N° tara	001-A	005	001			
1. Peso tara [gr]	31.20	31.92	31.26			
2. Peso tara + suelo húmedo [gr]	50.25	51.47	49.17			
3. Peso tara + suelo seco [gr]	43.42	44.98	41.84			
5. Peso mercurio desalojado [gr]	118.79	113.48	109.90			
6. Peso de mercurio [gr]	152.64	155.90	155.35			
7. Volumen de la muestra seca [cm ³]	8.73	8.34	8.08			
8. Volumen de la tara [cm ³]	11.22	11.46	11.42			
9. Peso del agua [gr]	6.83	6.49	7.33			
10. Peso de suelo seco [gr]	12.22	13.06	10.58			
11. Contenido de humedad [%]	55.89	49.69	69.28			
12. Volumen de contracción [cm ³]	2.49	3.12	3.34			
13. Porcentaje de contracción [%]	22.18	27.21	31.59			
14. Contracción [%]	35.52	25.81	37.69			



UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



PESO ESPECIFICO RELATIVO DE SOLIDOS

RESPONSABLES

: Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS

: "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS

: Distrito Pomalca - Chiclayo

FECHA DE LOS ENSAYOS

: 07 de abril del 2014

CALICATA Nº / MUESTRA Nº	C-1/M-1	C-1/M-2	C-1/M-3	C-2/M-1	C-2/M-2	C-3/M-1
PIGNOMETRO Nº	006	007	012	010	012	015
1. Temperatura (gr)	26 °	26 °	26 °	25 °	25 °	26 °
2. Peso fiola + peso suelo seco (gr)	158.96	169.59	177.63	207.77	156.19	212.81
3. Peso fiola volumetrico (gr)	89.75	90.28	81.82	122.23	81.82	135.24
4. Peso Suelo Seco (gr)	69.21	79.31	95.81	85.54	74.37	77.57
5. Peso fiola + P. suelo seco + P. Agua (gr)	380.08	388.48	389.43	424.05	377.71	430.38
6. Peso del fiola + P. Agua (gr)	338.34	338.59	330.90	370.82	330.82	383.73
7. Peso Especifico Relativo (gr/cm3)	2.519	2.696	2.570	2.647	2.706	2.509
8. Con correccion por temperatura (gr/cm3)	2.516	2.692	2.566	2.644	2.703	2.505

CALICATA Nº / MUESTRA Nº	C-3/M-2	C-3/M-3	C-3/M-4	C-4/M-1	C-4/M-2	C-5/M-1
PIGNOMETRO Nº	001	004	005	011	006	008
1. Temperatura (gr)	26 °	27 °	26 °	26 °	27 °	26 °
2. Peso fiola + peso suelo seco (gr)	174.35	207.44	209.44	179.63	191.30	183.31
3. Peso fiola volumetrico (gr)	91.16	109.92	91.89	89.06	89.75	91.89
4. Peso Suelo Seco (gr)	83.19	97.52	117.55	90.57	101.55	91.42
5. Peso fiola + P. suelo seco + P. Agua (gr)	390.69	419.06	412.84	394.53	400.30	397.75
6. Peso del fiola + P. Agua (gr)	340.11	358.56	340.46	337.69	338.47	340.59
7. Peso Especifico Relativo (gr/cm3)	2.551	2.634	2.602	2.685	2.557	2.668
8. Con correccion por temperatura (gr/cm3)	2.547	2.630	2.599	2.681	2.552	2.665

CALICATA Nº / MUESTRA Nº	C-5/M-2	C-5/M-3	C-5/M-4	C-6/M-1	C-6/M-2	C-6/M-3
PIGNOMETRO Nº	004	015	011	007	011	006
1. Temperatura (gr)	26 °	25 °	26 °	26 °	26 °	25 °
2. Peso fiola + peso suelo seco (gr)	224.94	214.12	176.75	170.20	179.57	170.37
3. Peso fiola volumetrico (gr)	109.92	135.24	89.06	90.28	89.06	89.75
4. Peso Suelo Seco (gr)	115.02	78.88	87.69	79.92	90.51	80.62
5. Peso fiola + P. suelo seco + P. Agua (gr)	428.84	432.77	391.46	399.92	393.20	388.87
6. Peso del fiola + P. Agua (gr)	358.78	383.72	337.69	349.98	337.68	338.30
7. Peso Especifico Relativo (gr/cm3)	2.558	2.644	2.585	2.666	2.587	2.683
8. Con correccion por temperatura (gr/cm3)	2.555	2.641	2.582	2.662	2.583	2.680



UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



PESO ESPECIFICO RELATIVO DE SOLIDOS

RESPONSABLES

: Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS

: "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belón, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS

: Distrito Pomalca - Chiclayo

FECHA DE LOS ENSAYOS

: 07 de abril del 2014

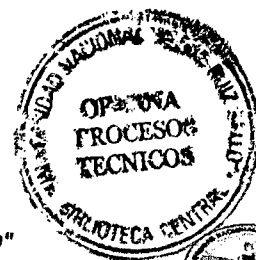
CALICATA Nº / MUESTRA Nº	C-7/M-1	C-7/M-2	C-8/M-1	C-8/M-2	C-9/M-1	C-9/M-2
PIGNOMETRO Nº	008	004	008	015	003	012
1. Temperatura (gr)	27 °	26 °	25 °	26 °	26 °	26 °
2. Peso fiola + peso suelo seco (gr)	178.23	184.46	179.85	229.11	223.63	184.45
3. Peso fiola volumetrico (gr)	91.89	109.92	91.89	135.24	138.11	81.82
4. Peso Suelo Seco (gr)	86.34	74.54	87.96	93.87	85.52	102.63
5. Peso fiola + P. suelo seco + P. Agua (gr)	392.70	405.77	395.85	442.62	438.84	394.13
6. Peso del fiola + P. Agua (gr)	340.43	359.06	340.41	383.70	386.88	330.63
7. Peso Especifico Relativo (gr/cm3)	2.534	2.678	2.705	2.686	2.548	2.623
8. Con correccion por temperatura (gr/cm3)	2.530	2.675	2.702	2.682	2.545	2.619

CALICATA Nº / MUESTRA Nº	C-10/M-1	C-10/M-2	C-10/M-3	C-11/M-1	C-11/M-2	C-11/M-3
PIGNOMETRO Nº	011	002	003	005	010	002
1. Temperatura (gr)	26 °	26 °	27 °	26 °	26 °	26 °
2. Peso fiola + peso suelo seco (gr)	169.63	184.33	215.97	187.89	193.65	171.06
3. Peso fiola volumetrico (gr)	89.06	92.92	138.11	91.89	122.23	92.95
4. Peso Suelo Seco (gr)	80.57	91.41	77.86	96.00	71.42	78.11
5. Peso fiola + P. suelo seco + P. Agua (gr)	387.85	398.60	434.43	399.50	415.46	389.44
6. Peso del fiola + P. Agua (gr)	337.10	341.74	386.79	340.47	370.36	341.73
7. Peso Especifico Relativo (gr/cm3)	2.702	2.646	2.576	2.597	2.714	2.569
8. Con correccion por temperatura (gr/cm3)	2.698	2.642	2.572	2.593	2.710	2.566

CALICATA Nº / MUESTRA Nº	C-11/M-4	C-12/M-1	C-12/M-2	C-13/M-1	C-13/M-2	C-14/M-1
PIGNOMETRO Nº	007	008	003	001	010	015
1. Temperatura (gr)	25 °	26 °	26 °	26 °	26 °	27 °
2. Peso fiola + peso suelo seco (gr)	169.88	178.16	219.27	166.72	231.31	233.30
3. Peso fiola volumetrico (gr)	90.28	91.89	138.11	91.16	122.23	135.24
4. Peso Suelo Seco (gr)	79.60	86.27	81.16	75.56	109.08	98.06
5. Peso fiola + P. suelo seco + P. Agua (gr)	388.32	392.70	437.29	386.21	438.17	454.74
6. Peso del fiola + P. Agua (gr)	338.36	340.35	387.10	339.90	370.65	393.74
7. Peso Especifico Relativo (gr/cm3)	2.686	2.543	2.621	2.583	2.625	2.646
8. Con correccion por temperatura (gr/cm3)	2.682	2.540	2.617	2.580	2.621	2.641



UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



PESO ESPECIFICO RELATIVO DE SOLIDOS

RESPONSABLES

: Bach. Aguilar Llenque Carlos Alberto
Bach. Delgado Rojas Solver

PROYECTO DE TESIS

: "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belón, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

PROCEDENCIA DE MUESTRAS

: Distrito Pomalca - Chiclayo

FECHA DE LOS ENSAYOS

: 07 de abril del 2014

CALICATA Nº / MUESTRA Nº	C-14/M-2	C-15/M-1	C-15/M-2	C-16/M-1	C-16/M-2	C-16/M-3
PIGNOMETRO Nº	010	002	005	007	001	001
1. Temperatura (gr)	26 °	26 °	26 °	26 °	26 °	26 °
2. Peso fiola + peso suelo seco (gr)	175.12	193.20	178.48	166.83	198.74	179.92
3. Peso fiola volumetrico (gr)	122.23	92.92	91.89	90.28	91.16	91.16
4. Peso Suelo Seco (gr)	52.89	100.28	86.59	76.55	107.58	88.76
5. Peso fiola + P. suelo seco + P. Agua (gr)	402.59	418.17	391.86	385.25	406.90	395.22
6. Peso del fiola + P. Agua (gr)	370.79	357.21	340.45	338.75	339.99	340.45
7. Peso Especifico Relativo (gr/cm3)	2.508	2.550	2.461	2.547	2.645	2.611
8. Con correccion por temperatura (gr/cm3)	2.504	2.547	2.458	2.544	2.641	2.608

CALICATA Nº / MUESTRA Nº	C-17/M-1	C-18/M-1	C-18/M-2	C-18/M-3	C-18/M-4	C-19/M-1
PIGNOMETRO Nº	011	012	006	004	001	004
1. Temperatura (gr)	26 °	26 °	26 °	26 °	26 °	26 °
2. Peso fiola + peso suelo seco (gr)	176.99	154.50	167.47	197.18	170.98	207.69
3. Peso fiola volumetrico (gr)	89.06	81.82	89.75	109.92	91.16	109.92
4. Peso Suelo Seco (gr)	87.93	72.68	77.72	87.26	79.82	97.77
5. Peso fiola + P. suelo seco + P. Agua (gr)	403.52	382.80	387.11	411.75	389.08	419.42
6. Peso del fiola + P. Agua (gr)	350.11	337.79	338.45	359.02	340.00	359.01
7. Peso Especifico Relativo (gr/cm3)	2.547	2.627	2.674	2.527	2.597	2.617
8. Con correccion por temperatura (gr/cm3)	2.544	2.623	2.671	2.524	2.593	2.613

CALICATA Nº / MUESTRA Nº						
PIGNOMETRO Nº						
1. Temperatura (gr)						
2. Peso fiola + peso suelo seco (gr)						
3. Peso fiola volumetrico (gr)						
4. Peso Suelo Seco (gr)						
5. Peso fiola + P. suelo seco + P. Agua (gr)						
6. Peso del fiola + P. Agua (gr)						
7. Peso Especifico Relativo (gr/cm3)						
8. Con correccion por temperatura (gr/cm3)						

PROYECTO TESIS:

Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

UBICACIÓN POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA: 01/04/2014

Muestra: M - 1 (1.50 mts.)

CALICATA "C-1"

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD	Antes	Después
Anillo y vidrio	185	185
Peso de tara + suelo seco [gr]	401.66	401.66
Peso de tara + suelo húmedo [gr]	463.19	455.77
Peso del agua [gr]	61.53	54.11
Peso de tara [gr]	192.00	192.00
Peso de suelo seco [gr]	209.66	209.66
Contenido de humedad [%]	29.35	25.81

DATOS DE ANILLO

Número : 185
 Diámetro : 8.79 cm
 Área : 60.68 cm²
 Altura [H₁] : 24.00 mm

CÁLCULO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA (Gs):

DATOS DE FIOLA

Número : 16
 Peso fiola : 89.8 gr
 Peso fiola + suelo seco : 207.7 gr
 Peso suelo seco : 117.9 gr
 Peso fiola + suelo seco + agua : 410.42 gr
 Peso fiola + agua : 338.5 gr



$$Gs = 2.56 \text{ gr/cm}^3$$

H1(alt. Inic.) = 24.00 mm
 Hf(alt. Final) = 24.60 mm

Gravedad específica de sólidos [Gs] : 2.56 gr/cm³
 Altura de sólidos [Hs] : 13.496 mm

Variac. en la altura de la muestra del principio al final del ensayo :

$$D = H = 0.60 \text{ mm}$$

Altura final de la muestra : $H_2 = (H_1 - H)$ = 23.40 mm
 Altura inicial del agua : $Hw_1 = (W\%_1 * H_s * G_s)$ = 10.14 mm
 Altura final del agua : $Hw_2 = (W\%_2 * H_s * G_s)$ = 8.92 mm
 Relación de vacíos inicial : $e_1 = (H_1 - H_s) / H_s$ = 0.778
 Relación de vacíos final : $e_2 = (H_2 - H_s) / H_s$ = 0.734
 Grado de saturación inicial : $Gw_1 = Hw_1 / (H_1 - H_s)$ = 96.53 %
 Grado de saturación final : $Gw_2 = Hw_2 / (H_2 - H_s)$ = 90.03 %

PROYECTO TESIS: "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

Muestra: M - 1(1.50 mts.)
Consolidómetro N°: 185

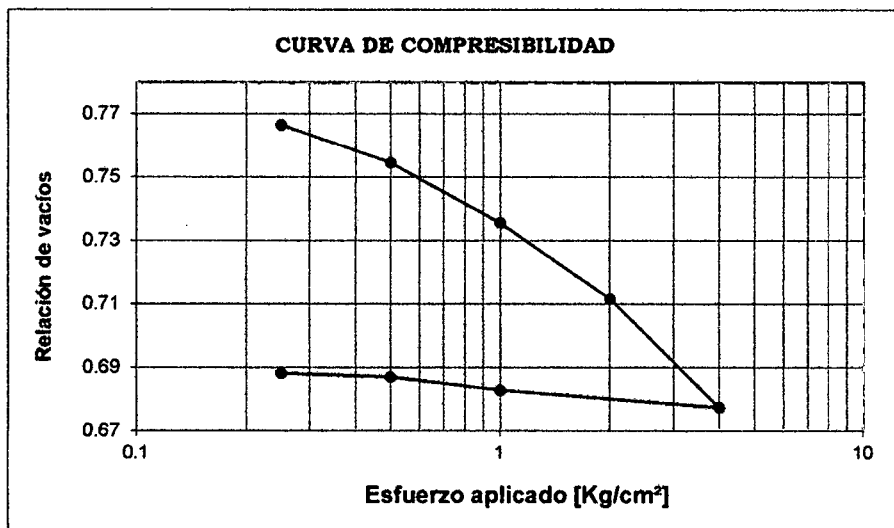
UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE
FECHA : 01/04/2014

RESUMEN: PROCESAMIENTO DE DATOS Y CÁLCULOS

C-1

$H_s = 13.496 \text{ mm}$
 $e_1 = 0.778$

Fecha	Estado del consolidóm.	Presión P [Kg/cm²]	Lectura de micrómetro [mm]	Deformación [mm]	Correcc. por compresión [mm]	Deformación corregida (d) [mm]	d / Hs	Relación de vacíos $e=e_1-(d/H_s)$
02/04/2014	CARGA		3.015					
03/04/2014		0.25	3.205	0.190	0.033	0.157	0.0116	0.767
04/04/2014		0.50	3.382	0.367	0.047	0.320	0.0237	0.755
07/04/2014		1.00	3.656	0.642	0.066	0.576	0.0426	0.736
08/04/2014		2.00	4.002	0.987	0.088	0.899	0.0666	0.712
09/04/2014	DESCARGA	4.00	4.486	1.472	0.112	1.360	0.1007	0.678
10/04/2014		1.00	4.412	1.398	0.111	1.287	0.0953	0.683
11/04/2014		0.50	4.346	1.332	0.101	1.231	0.0912	0.687
15/04/2014		0.25	4.322	1.307	0.093	1.214	0.0900	0.688
16/04/2014		0.00	4.241	1.227	0.080	1.147	0.0850	0.693



COEFICIENTE DE COMPRESIBILIDAD

$$\Delta e = 0.712$$

$$\Delta P = 0.678$$

$$A_v = \Delta e / \Delta P$$

$$A_v = 1.050358638$$

COEFICIENTE DE VARIACIÓN VOLUMÉTRICA

$$A_v = 1.050$$

$$e_1 = 0.778$$

$$M_v = A_v / (1 + e_1)$$

$$M_v = 0.5907$$

PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores:
Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belón, del distrito de Pomalca -
Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA : 01/04/2014

Sondeo N°

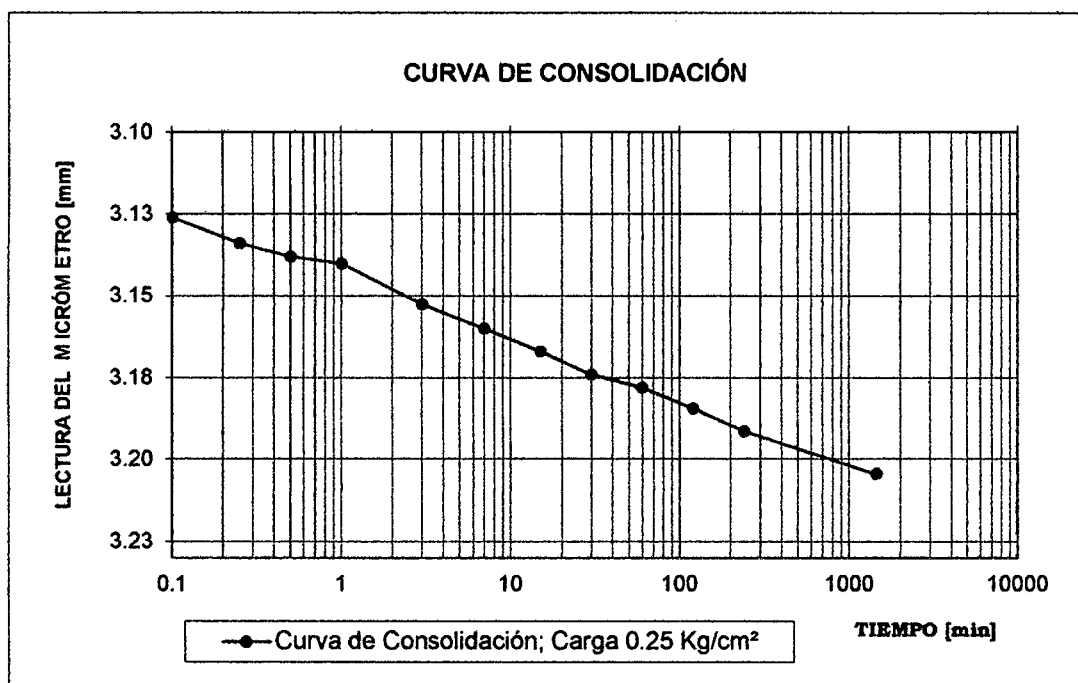
C-1

Muestra: M - 1 (1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Carga = 0,25 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
02/04/2014		08:09	3.010	3.019	3.015	0.00
08:15	6"	0.25	3.121	3.131	3.126	0.10
"	15"		3.128	3.140	3.134	0.25
"	30"		3.128	3.148	3.138	0.50
08:16	1'		3.130	3.150	3.140	1
08:18	2'		3.140	3.165	3.153	3
08:22	4'		3.149	3.171	3.160	7
08:30	8'		3.154	3.180	3.167	15
08:45	15'		3.159	3.189	3.174	30
09:15	30'		3.163	3.193	3.178	60
10:15	60'		3.170	3.199	3.185	120
12:15	120'		3.177	3.206	3.192	240
03/04/2014		08:20	3.189	3.220	3.205	1440



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores:
Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belón, del distrito de Pomalca -
Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA : 01/04/2014

Sondeo N°

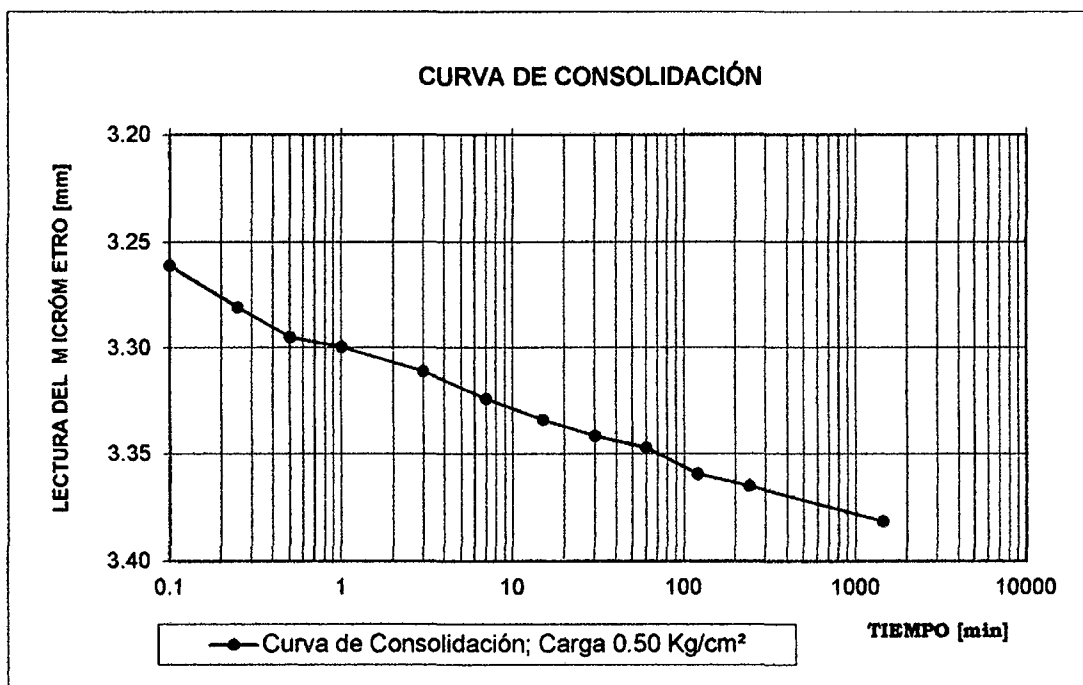
C-1

Muestra: M - 1 (1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Carga = 0,50 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
03/04/2014		08:20	3.189	3.220	3.205	0.00
08:39	6"	0.50	3.240	3.282	3.261	0.10
"	15"		3.251	3.311	3.281	0.25
"	30"		3.261	3.329	3.295	0.50
08:40	1'		3.269	3.330	3.300	1
08:42	2'		3.280	3.342	3.311	3
08:46	4'		3.290	3.358	3.324	7
08:54	8'		3.299	3.369	3.334	15
09:09	15'		3.305	3.378	3.342	30
09:39	30'		3.310	3.384	3.347	60
10:39	60'		3.320	3.399	3.360	120
12:39	120'		3.326	3.404	3.365	240
04/04/2014		07:27	3.342	3.421	3.382	1440



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores:
Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belón, del distrito de Pomalca -
Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA : 01/04/2014

Sondeo N°

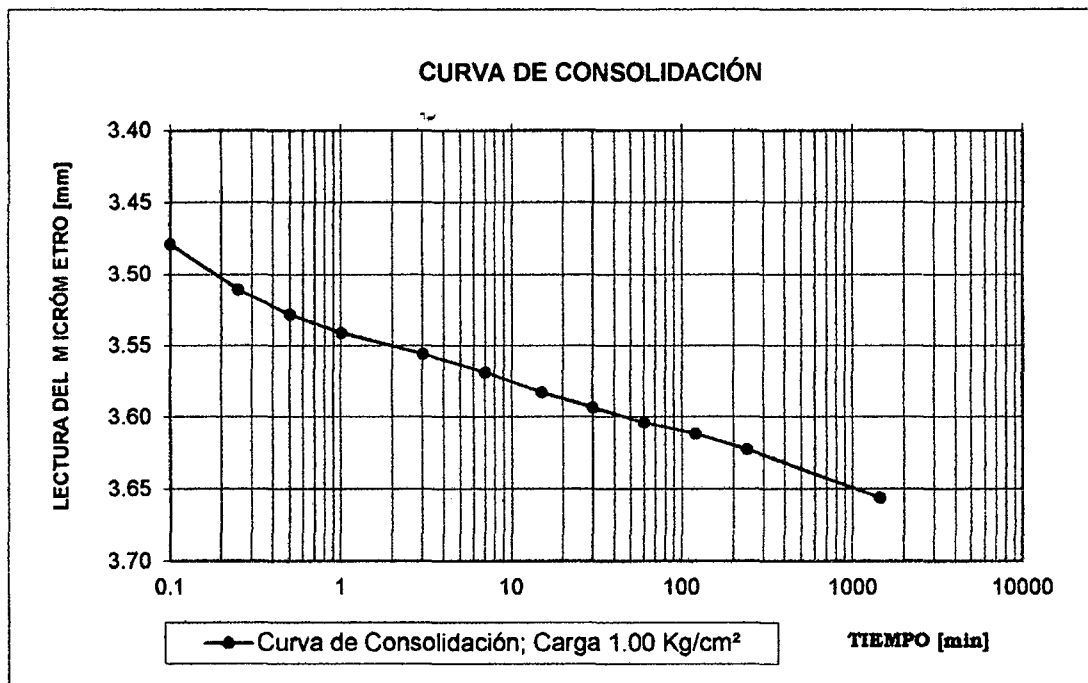
C-1

Muestra: M - 1 (1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Carga = 1.00 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
04/04/2014		07:27	3.342	3.421	3.382	0.00
07:38	6"	1.00	3.425	3.532	3.479	0.10
"	15"		3.456	3.565	3.511	0.25
"	30"		3.475	3.581	3.528	0.50
07:39	1'		3.489	3.593	3.541	1
07:41	2'		3.502	3.609	3.556	3
07:45	4'		3.515	3.622	3.569	7
07:53	8'		3.528	3.637	3.583	15
08:08	15'		3.537	3.649	3.593	30
08:38	30'		3.548	3.659	3.604	60
09:38	60'		3.555	3.668	3.612	120
11:38	120'		3.566	3.679	3.623	240
07/04/2014		07:45	3.600	3.712	3.656	1440



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores:
Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca -
Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA : 01/04/2014

Sondeo N°

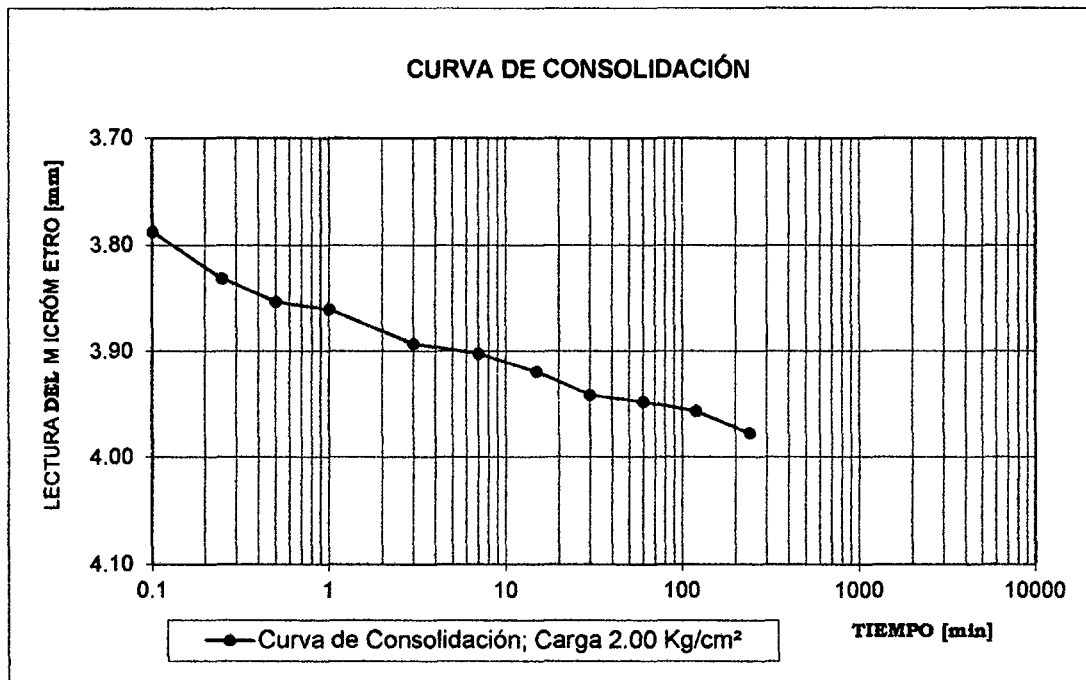
C-1

Muestra: M - 1 (1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Carga = 2.00 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
07/04/2014		07:45	3.600	3.712	3.656	0.00
07:48	6"	2.00	3.712	3.862	3.787	0.10
"	15"		3.765	3.897	3.831	0.25
"	30"		3.785	3.921	3.853	0.50
07:49	1'		3.792	3.929	3.861	1
07:51	2'		3.819	3.967	3.893	3
07:55	4'		3.832	3.972	3.902	7
08:03	8'		3.849	3.989	3.919	15
08:18	15'		3.862	4.020	3.941	30
08:48	30'		3.875	4.020	3.948	60
09:48	60'		3.886	4.027	3.957	120
11:48	120'		3.905	4.049	3.977	240
08/04/2014		07:46	3.928	4.075	4.002	5912



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores:
Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belón, del distrito de Pomalca -
Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA : 01/04/2014

Sondeo N°

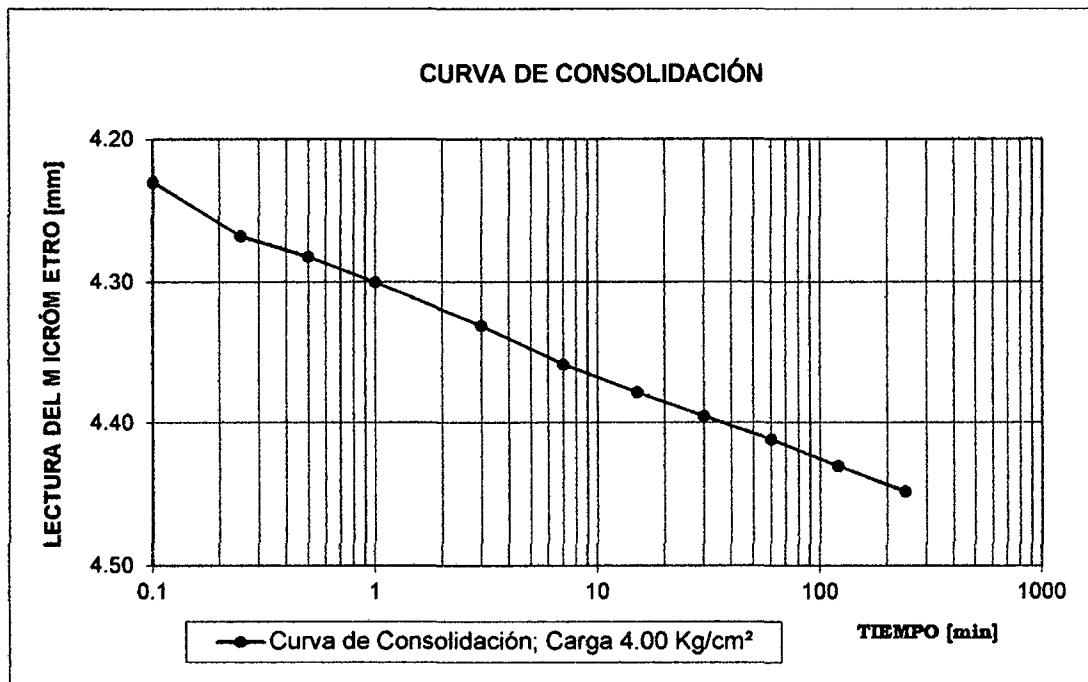
C-1

Muestra: M - 1 (1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Carga = 4.00 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
08/04/2014		07:46	3.928	4.075	4.002	0.00
07:47	6"	4.00	4.140	4.320	4.230	0.10
"	15"		4.183	4.352	4.268	0.25
"	30"		4.202	4.362	4.282	0.50
07:48	1'		4.219	4.381	4.300	1
07:50	2'		4.251	4.411	4.331	3
07:54	4'		4.278	4.439	4.359	7
08:02	8'		4.298	4.458	4.378	15
08:17	15'		4.315	4.475	4.395	30
08:47	30'		4.332	4.491	4.412	60
09:47	60'		4.351	4.509	4.430	120
11:47	120'		4.369	4.527	4.448	240
09/04/2014		07:37	4.408	4.564	4.486	4197



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores:
Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca -
Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA : 01/04/2014

Sondeo N°

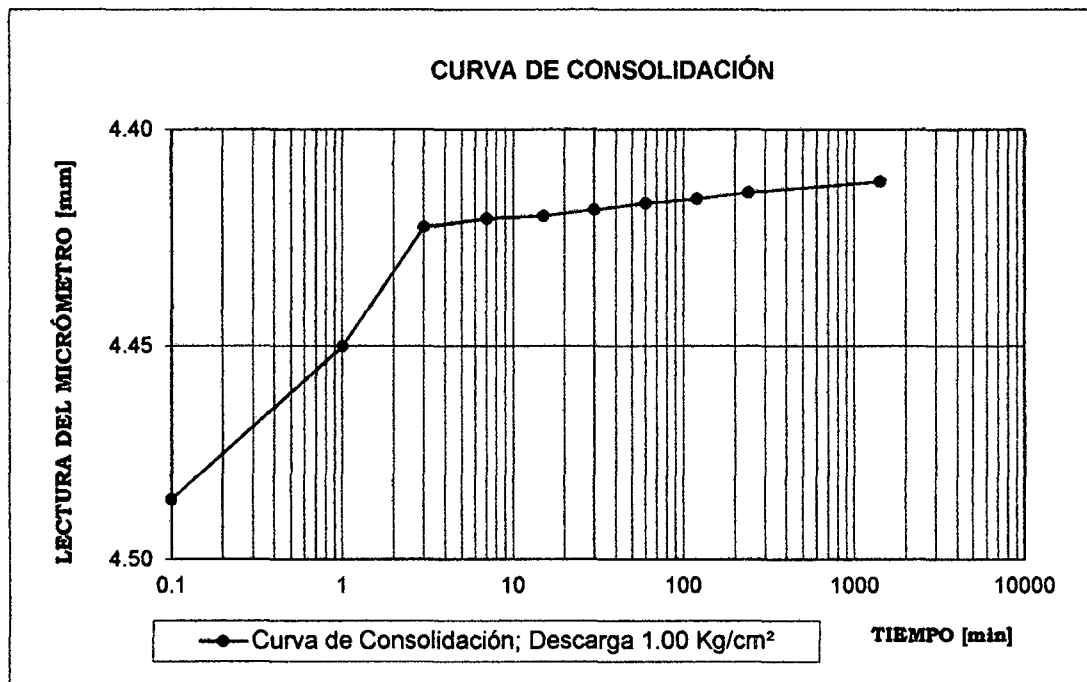
C-1

Muestra: M - 1 (1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Descarga = 1.00 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
09/04/2014		07:37	4.408	4.564	4.486	0
07:39	1'	1.00	4.342	4.558	4.450	1
07:41	2'		4.340	4.505	4.423	3
07:45	4'		4.339	4.502	4.421	7
07:53	8'		4.339	4.501	4.420	15
08:08	15'		4.337	4.500	4.419	30
08:38	30'		4.334	4.500	4.417	60
09:38	60'		4.332	4.500	4.416	120
11:38	120'		4.331	4.498	4.415	240
10/04/2014		07:26	4.330	4.494	4.412	1411

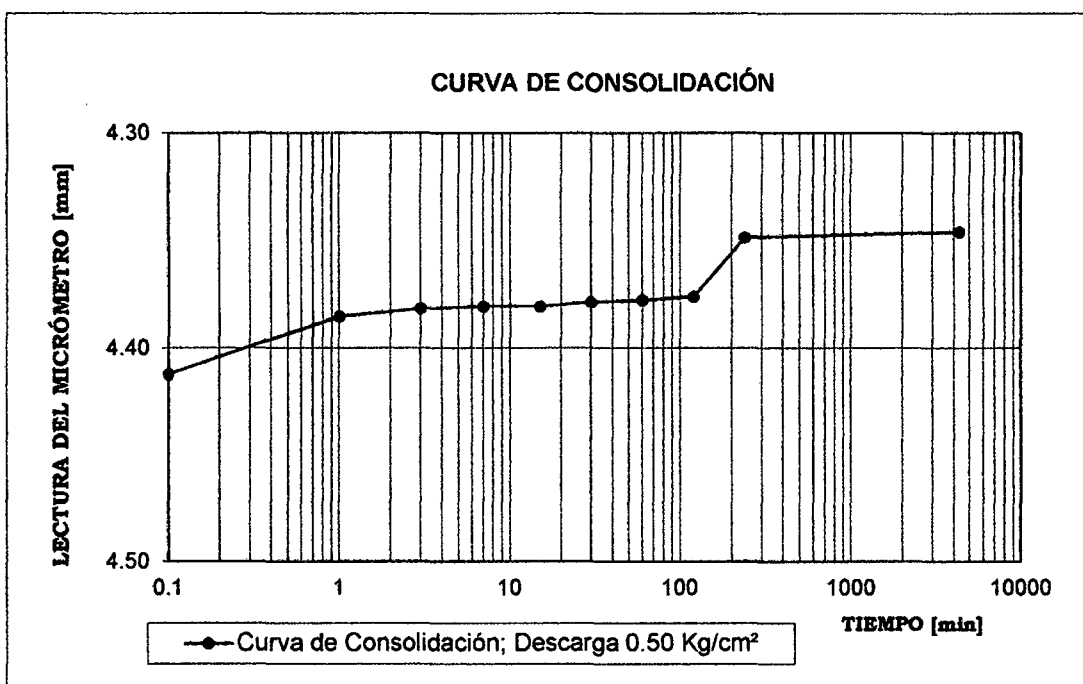


PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores:
Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca
Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE**FECHA :** 01/04/2014**Sondeo N°****C-1****Muestra:** M - 1 (1.50 mts.)**TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN****Descarga = 0.50 kg/cm²**

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
10/04/2014		07:26	4.330	4.494	4.412	0
07:28	1'	0.50	4.305	4.465	4.385	1
07:30	2'		4.301	4.462	4.382	3
07:34	4'		4.300	4.461	4.381	7
07:42	8'		4.300	4.461	4.381	15
07:57	15'		4.298	4.459	4.379	30
08:27	30'		4.296	4.459	4.378	60
09:27	60'		4.295	4.457	4.376	120
11:27	120'		4.269	4.428	4.349	240
11/04/2014		07:39	4.265	4.427	4.346	4320



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores:
Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca -
Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA : 01/04/2014

Sondeo N°

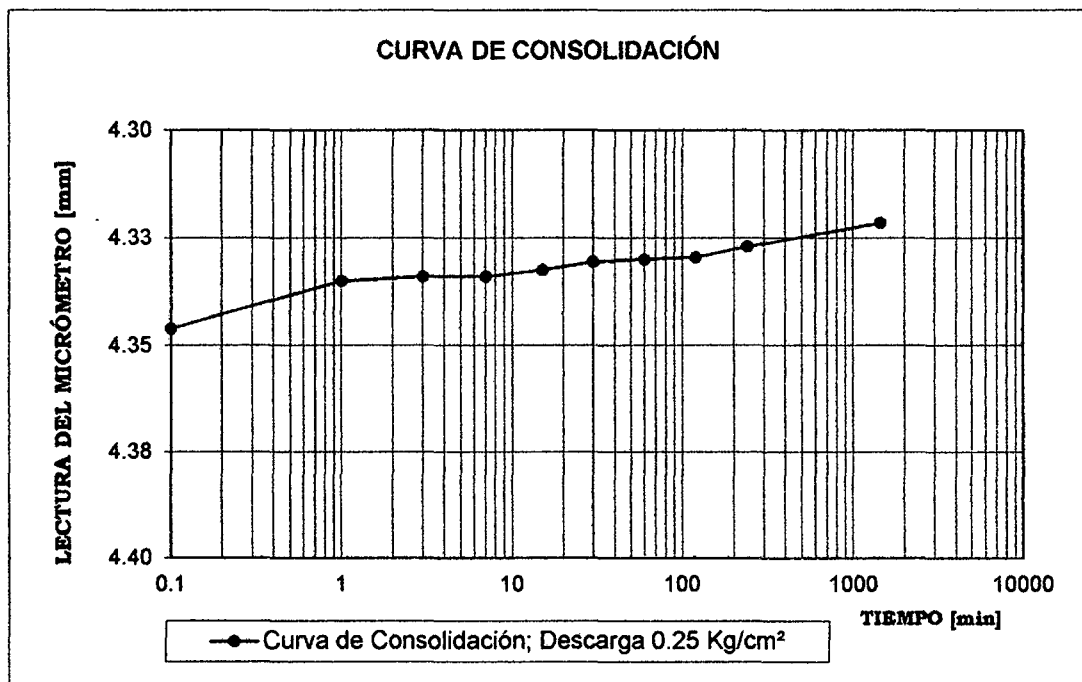
C-1

Muestra: M - 1 (1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Descarga = 0.25 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
11/04/2014		07:39	4.265	4.427	4.346	0
07:42	1'	0.25	4.251	4.419	4.335	1
07:44	2'		4.250	4.418	4.334	3
07:48	4'		4.250	4.418	4.334	7
07:56	8'		4.249	4.416	4.333	15
08:11	15'		4.249	4.412	4.331	30
08:41	30'		4.248	4.412	4.330	60
09:41	60'		4.248	4.411	4.330	120
11:41	120'		4.244	4.410	4.327	240
15/04/2014		07:46	4.235	4.408	4.322	1440



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores:
Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belón, del distrito de Pomalca -
Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA : 01/04/2014

Sondeo N°

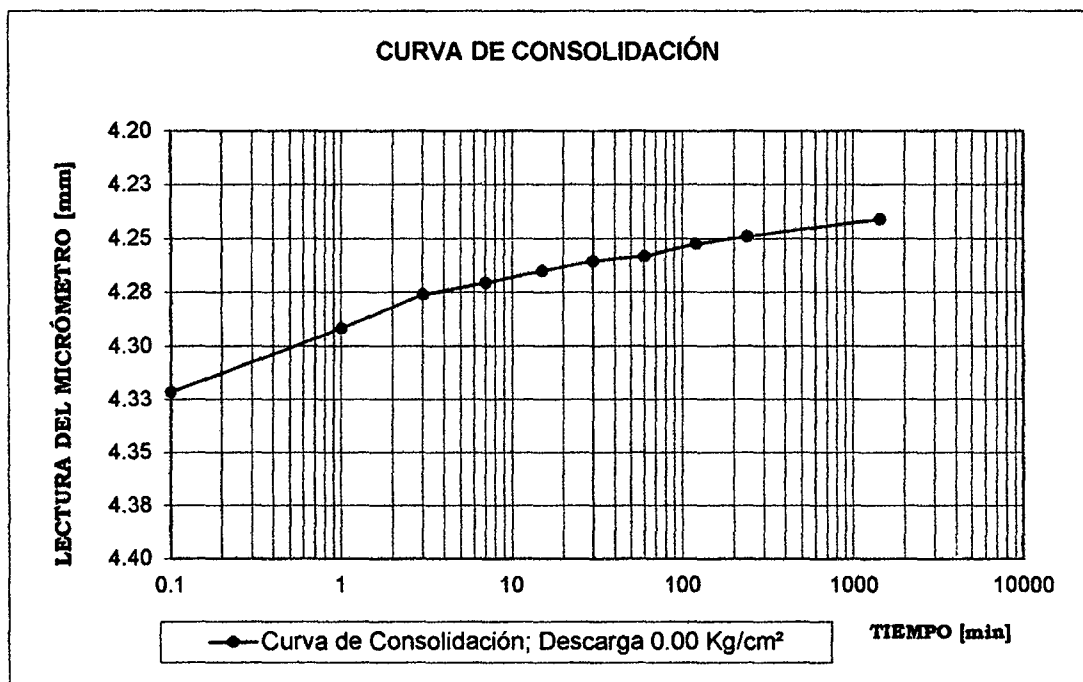
C-1

Muestra: M - 1 (1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Descarga = 0.00 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
15/04/2014		07:46	4.235	4.408	4.322	0
07:49	1'	0.00	4.205	4.378	4.292	1
07:51	2'		4.192	4.360	4.276	3
07:55	4'		4.186	4.355	4.271	7
08:03	8'		4.179	4.351	4.265	15
08:18	15'		4.172	4.349	4.261	30
08:48	30'		4.169	4.347	4.258	60
09:48	60'		4.165	4.340	4.253	120
11:48	120'		4.160	4.338	4.249	240
16/04/2014		07:22	4.150	4.332	4.241	1440



PROYECTO TESIS:

Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA : 01/04/2014

Muestra: M - 1 (1.50 mts.)

CALICATA "C-3"

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD	Antes	Después
Anillo y vidrio	187	187
Peso de tara + suelo seco [gr]	414.48	414.48
Peso de tara + suelo húmedo [gr]	453.25	458.38
Peso del agua [gr]	38.77	43.90
Peso de tara [gr]	193.81	193.81
Peso de suelo seco [gr]	220.67	220.67
Contenido de humedad [%]	17.57	19.89

DATOS DE ANILLO

Número : 187
 Diámetro : 8.8 cm
 Área : 60.82 cm²
 Altura [H₁] : 24.00 mm

CÁLCULO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA (Gs):**DATOS DE FIOLA**

Número	: 12	
Peso fiola	: 81.85 gr	
Peso fiola + suelo seco	: 172.5 gr	
Peso suelo seco	: 90.6 gr	
Peso fiola + suelo seco + agua	: 385.6 gr	
Peso fiola + agua	: 330.6 gr	

⇒ **G_s = 2.55 gr/cm³**

H₁(alt. Inic.) = 24.00 mm
 H_f(alt. Final) = 23.90 mm

Gravedad específica de sólidos [G_s] : 2.55 gr/cm³
 Altura de sólidos [H_s] : 14.25 mm

Variac. en la altura de la muestra del principio al final del ensayo : D= H= -0.10 mm

Altura final de la muestra	: H ₂ = (H ₁ - H)	= 24.10 mm
Altura inicial del agua	: Hw ₁ = (W% ₁ * H _s * G _s)	= 6.37 mm
Altura final del agua	: Hw ₂ = (W% ₂ * H _s * G _s)	= 7.22 mm
Relación de vacíos inicial	: e ₁ = (H ₁ - H _s) / H _s	= 0.684
Relación de vacíos final	: e ₂ = (H ₂ - H _s) / H _s	= 0.691
Grado de saturación inicial	: Gw ₁ = Hw ₁ / (H ₁ - H _s)	= 65.39 %
Grado de saturación final	: Gw ₁ = Hw ₂ / (H ₂ - H _s)	= 73.29 %

PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

Muestra: M - 1(1.50 mts.)

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

Consolidómetro N° : 187

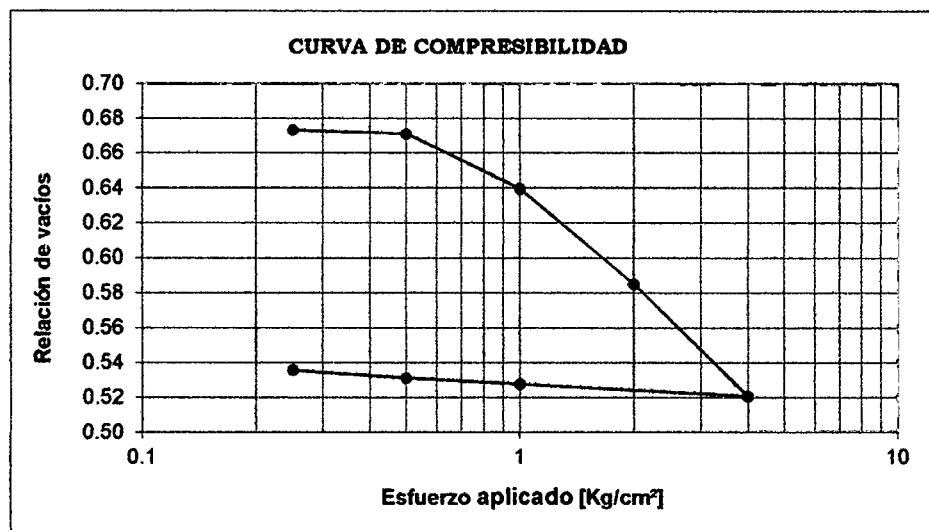
FECHA : 01/04/2014

RESUMEN: PROCESAMIENTO DE DATOS Y CÁLCULOS

Hs = 14.252 mm
e₁ = 0.684

C-3

Fecha	Estado del consolidóm.	Presión P [Kg/cm²]	Lectura de micrómetro [mm]	Deformación [mm]	Correcc. por compresión [mm]	Deformación corregida (d) [mm]	d / Hs	Relación de vacíos e=e ₁ -(d/Hs)
02/04/2014	CARGA		3.000					
03/04/2014		0.25	3.179	0.179	0.031	0.148	0.0104	0.674
04/04/2014		0.50	3.228	0.228	0.046	0.182	0.0127	0.671
05/04/2014		1.00	3.698	0.698	0.067	0.631	0.0442	0.640
08/04/2014		2.00	4.502	1.502	0.094	1.408	0.0988	0.585
09/04/2014		4.00	5.445	2.445	0.122	2.323	0.163	0.521
10/04/2014	DESCARGA	1.00	5.343	2.343	0.118	2.225	0.1561	0.528
11/04/2014		0.50	5.276	2.276	0.101	2.175	0.1526	0.531
15/04/2014		0.25	5.206	2.206	0.095	2.111	0.1481	0.536
16/04/2014		0.00	5.119	2.119	0.084	2.035	0.1428	0.541



COEFICIENTE DE COMPRESIBILIDAD

$$\Delta e = 0.585$$

$$\Delta P = 0.521$$

$$A_v = \Delta e / \Delta P$$

$$A_v = 1.123151396$$

COEFICIENTE DE VARIACIÓN VOLUMÉTRICA

$$A_v = 1.123$$

$$e_1 = 0.684$$

$$M_v = A_v / (1 + e_1)$$

$$M_v = 0.6669$$

PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores:
Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca -
Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA : 01/04/14

Sondeo N°

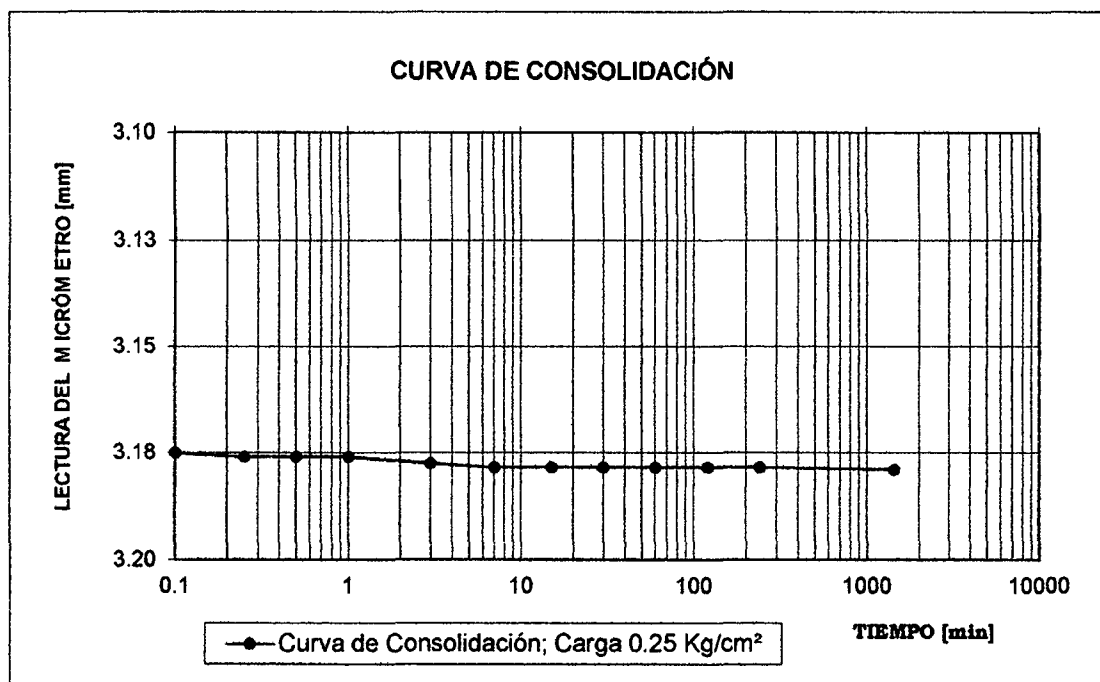
C-3

Muestra: M - 1(1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Carga = 0,25 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
02/04/2014		07:25	3.000	3.000	3.000	0.00
08:18	6"	0.25	3.110	3.240	3.175	0.10
"	15"		3.112	3.240	3.176	0.25
"	30"		3.112	3.240	3.176	0.50
08:19	1'		3.112	3.240	3.176	1
08:21	2'		3.115	3.240	3.178	3
08:25	4'		3.116	3.241	3.179	7
08:33	8'		3.116	3.241	3.179	15
08:48	15'		3.116	3.241	3.179	30
09:18	30'		3.116	3.241	3.179	60
10:18	60'		3.116	3.241	3.179	120
12:18	120'		3.116	3.241	3.179	240
03/04/2014		08:14	3.116	3.242	3.179	1440



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores:
Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca -
Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA : 01/04/14

Sondeo N°

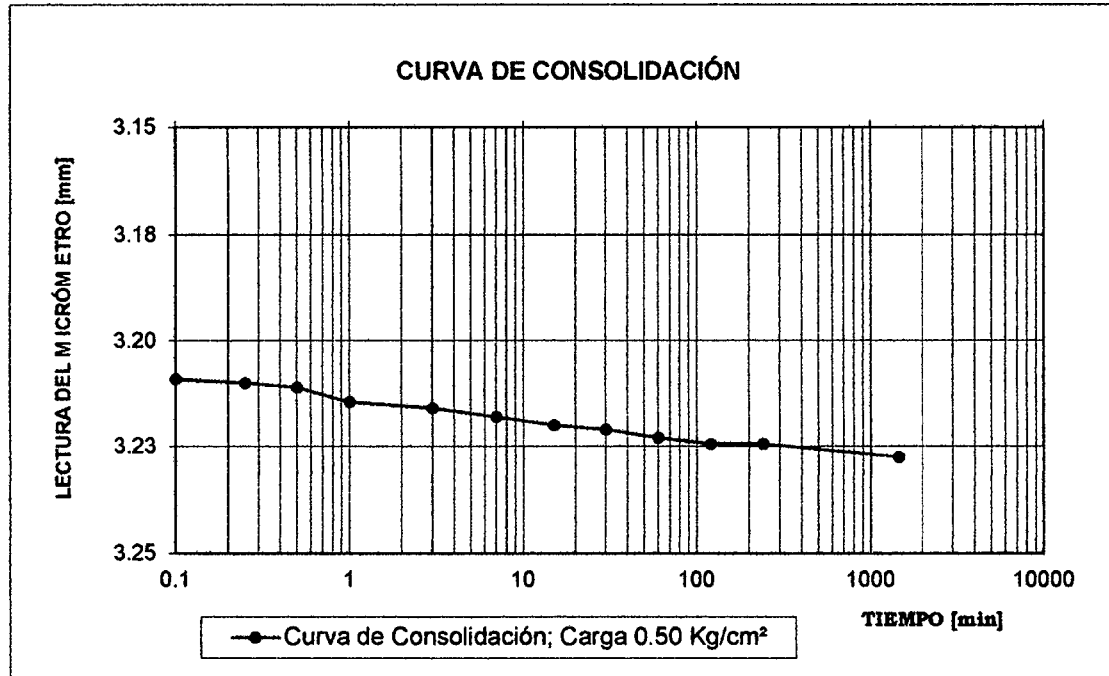
C-3

Muestra: M - 1(1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Carga = 0,50 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
03/04/2014		08:14	3.116	3.242	3.179	0.00
08:16	6"	0.50	3.140	3.278	3.209	0.10
"	15"		3.140	3.280	3.210	0.25
"	30"		3.140	3.282	3.211	0.50
08:17	1'		3.140	3.289	3.215	1
08:19	2'		3.140	3.292	3.216	3
08:23	4'		3.141	3.295	3.218	7
08:31	8'		3.142	3.298	3.220	15
08:46	15'		3.143	3.299	3.221	30
09:16	30'		3.145	3.301	3.223	60
10:16	60'		3.146	3.303	3.225	120
12:16	120'		3.146	3.303	3.225	240
04/04/2014		07:24	3.148	3.307	3.228	1442



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores:
Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belón, del distrito de Pomalca -
Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA : 01/04/14

Sondeo N°

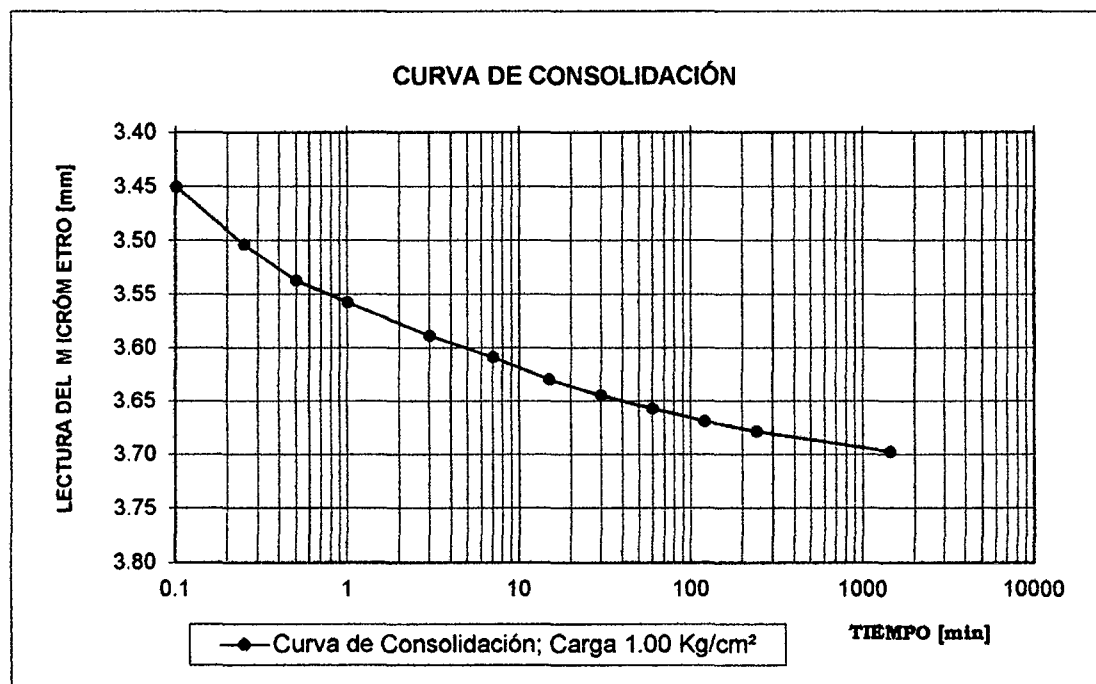
C-3

Muestra: M - 1(1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Carga = 1.00 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
04/04/2014		07:24	3.148	3.307	3.228	0.00
07:29	6"	1.00	3.305	3.595	3.450	0.10
"	15"		3.355	3.652	3.504	0.25
"	30"		3.391	3.682	3.537	0.50
07:30	1'		3.412	3.702	3.557	1
07:32	2'		3.439	3.738	3.589	3
07:36	4'		3.459	3.758	3.609	7
07:44	8'		3.479	3.780	3.630	15
07:59	15'		3.491	3.798	3.645	30
08:29	30'		3.502	3.812	3.657	60
09:29	60'		3.511	3.827	3.669	120
11:29	120'		3.519	3.838	3.679	240
05/04/2014		07:29	3.536	3.859	3.698	1440



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores:
Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca -
Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA : 01/04/14

Sondeo N°

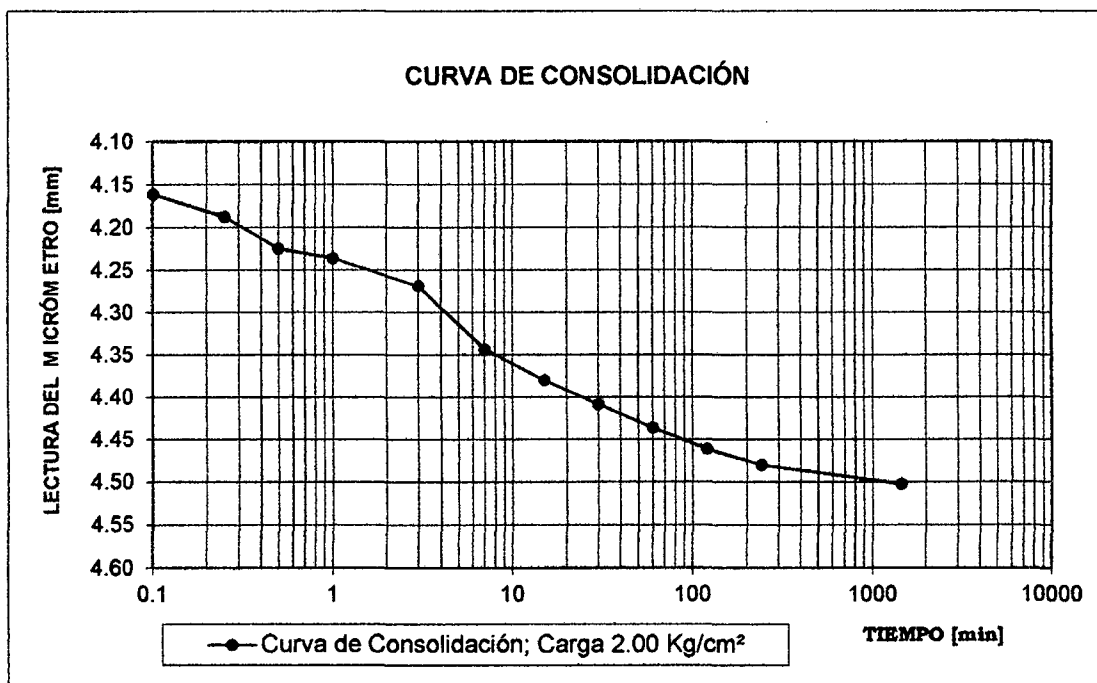
C-3

Muestra: M - 1(1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Carga = 2.00 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
07/04/2014		07:29	3.536	3.859	3.698	0.00
07:32	6"	2.00	3.900	4.422	4.161	0.10
"	15"		3.925	4.450	4.188	0.25
"	30"		3.950	4.498	4.224	0.50
07:33	1'		3.951	4.520	4.236	1
07:35	2'		3.984	4.553	4.269	3
07:39	4'		4.052	4.634	4.343	7
07:47	8'		4.088	4.671	4.380	15
08:02	15'		4.115	4.701	4.408	30
08:32	30'		4.140	4.732	4.436	60
09:32	60'		4.162	4.760	4.461	120
11:32	120'		4.180	4.779	4.480	240
08/04/2014		07:40	4.202	4.802	4.502	1440





PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores:
Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca -
Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA : 01/04/14

Sondeo N°

C-3

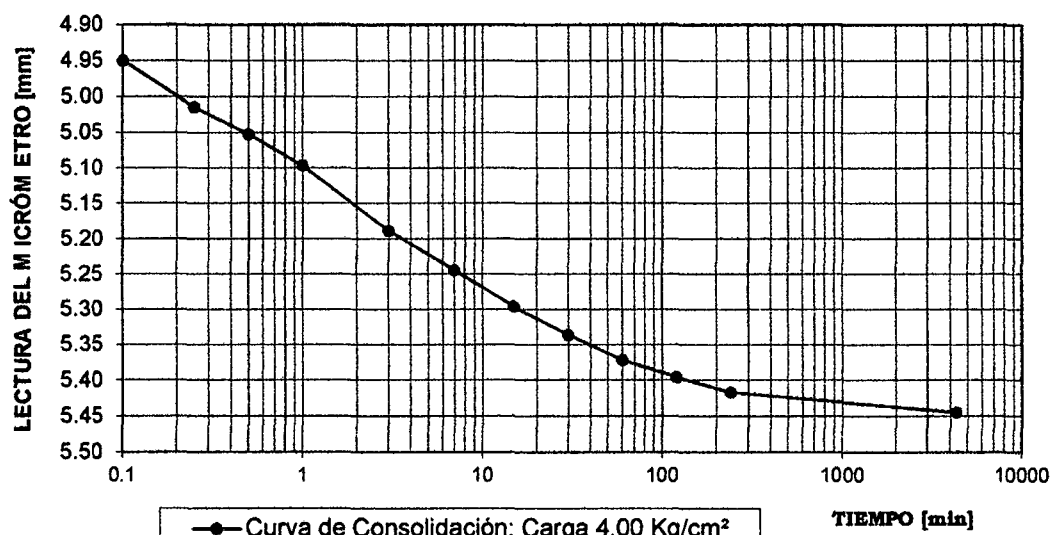
Muestra: M - 1(1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Carga = 4.00 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
08/04/2014		07:40	4.202	4.802	4.502	0.00
07:42	6"	4.00	4.520	5.380	4.950	0.10
"	15"		4.571	5.458	5.015	0.25
"	30"		4.608	5.496	5.052	0.50
07:43	1'		4.652	5.541	5.097	1
07:45	2'		4.739	5.638	5.189	3
07:49	4'		4.780	5.709	5.245	7
07:57	8'		4.829	5.762	5.296	15
08:12	15'		4.865	5.807	5.336	30
08:42	30'		4.900	5.843	5.372	60
09:42	60'		4.921	5.869	5.395	120
11:42	120'		4.940	5.892	5.416	240
09/04/2014		07:33	4.968	5.921	5.445	4320

CURVA DE CONSOLIDACIÓN



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores:
Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belón, del distrito de Pomalca -
Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA : 01/04/14

Sondeo N°

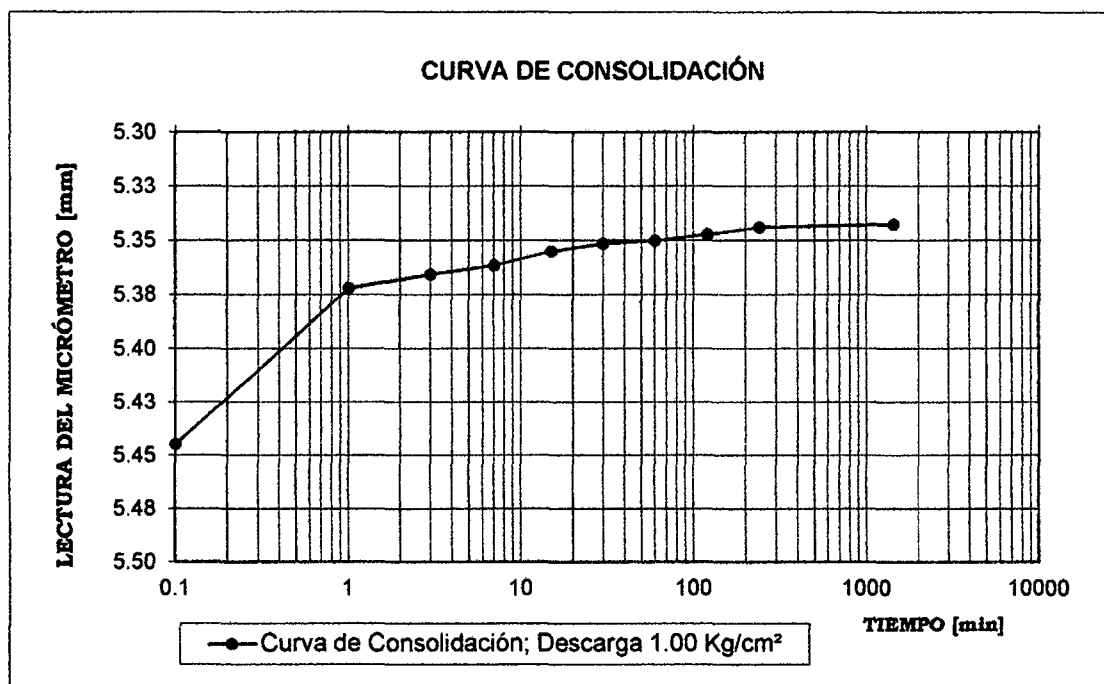
C-3

Muestra: M - 1(1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Descarga = 1.00 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
09/04/2014		07:33	4.968	5.921	5.445	0
07:34	1'	1.00	4.925	5.819	5.372	1
07:36	2'		4.921	5.810	5.366	3
07:40	4'		4.919	5.804	5.362	7
07:48	8'		4.915	5.799	5.355	15
08:03	15'		4.911	5.793	5.352	30
08:33	30'		4.910	5.791	5.350	60
09:33	60'		4.909	5.789	5.347	120
11:33	120'		4.905	5.785	5.344	240
10/04/2014		07:24	4.903	5.782	5.343	1440



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores:
Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca -
Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA : 01/04/14

Sondeo N°

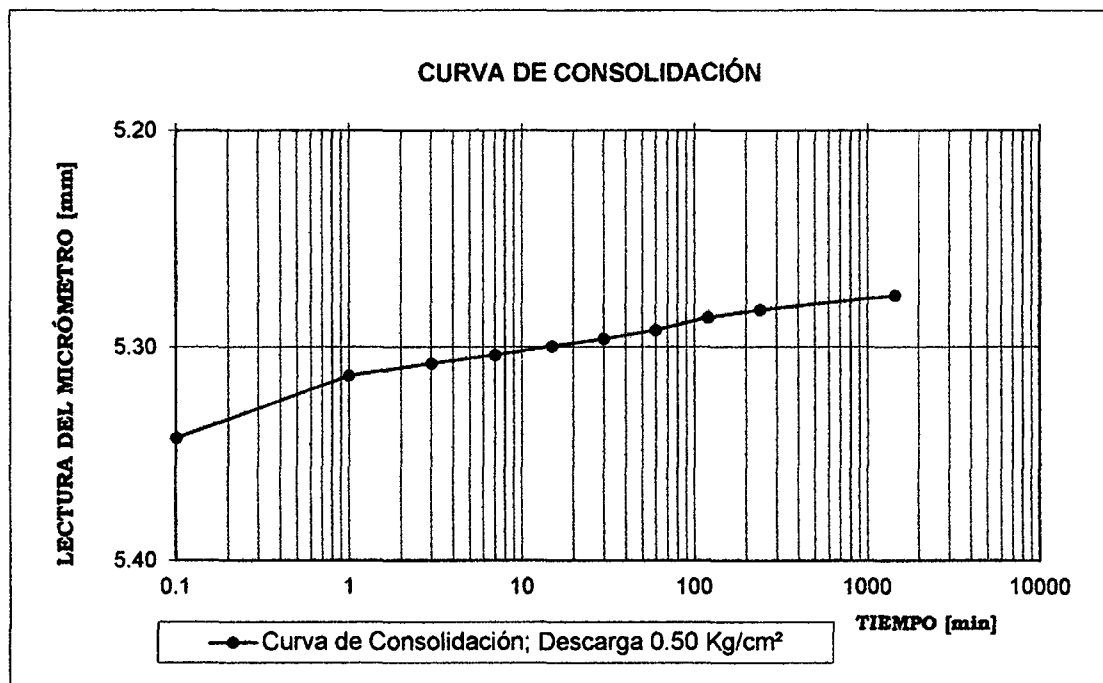
C-3

Muestra: M - 1(1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Descarga = 0.50 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
10/04/2014		07:24	4.903	5.782	5.343	0
07:25	1'	0.50	4.889	5.737	5.313	1
07:27	2'		4.885	5.730	5.308	3
07:31	4'		4.882	5.725	5.304	7
07:39	8'		4.880	5.719	5.300	15
07:54	15'		4.879	5.713	5.296	30
08:24	30'		4.876	5.708	5.292	60
09:24	60'		4.871	5.701	5.286	120
11:24	120'		4.868	5.697	5.283	240
11/04/2014		07:38	4.861	5.691	5.276	1440



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores:
Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belón, del distrito de Pomalca -
Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA: 01/04/14

Sondeo N°

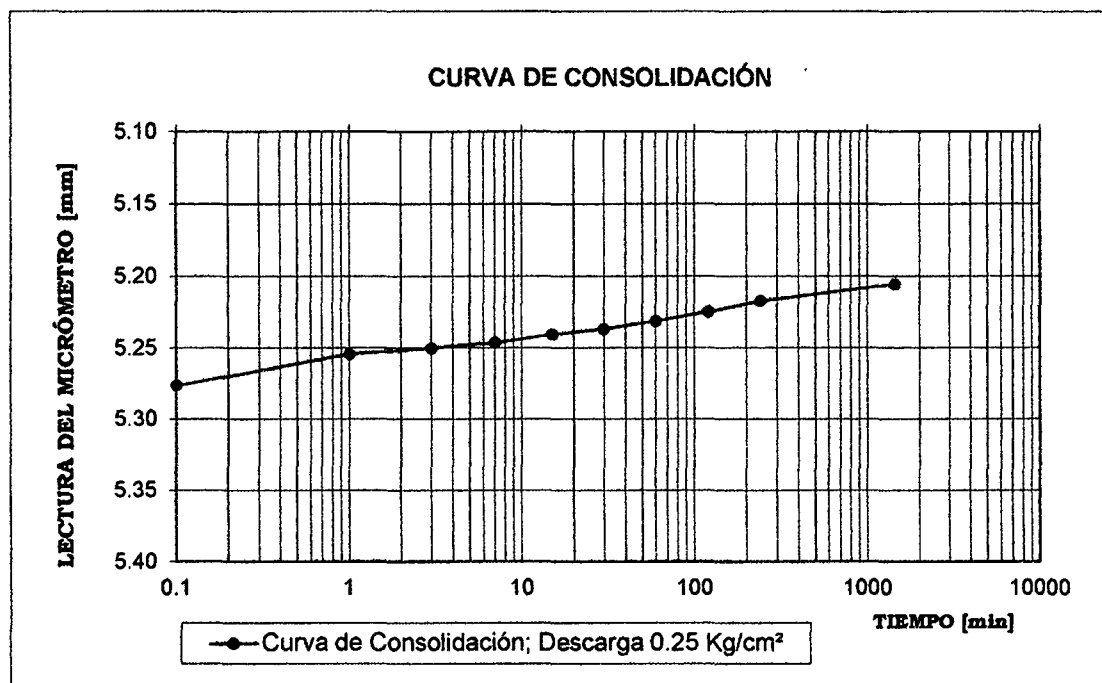
C-3

Muestra: M - 1(1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Descarga = 0.25 kg/cm^2

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
11/04/2014		07:38	4.861	5.691	5.276	0
07:40	1'	0.25	4.850	5.658	5.254	1
07:42	2'		4.849	5.651	5.250	3
07:46	4'		4.847	5.645	5.246	7
07:54	8'		4.842	5.639	5.241	15
08:09	15'		4.841	5.632	5.237	30
08:39	30'		4.838	5.624	5.231	60
09:39	60'		4.831	5.618	5.225	120
11:39	120'		4.825	5.609	5.217	240
15/04/2014		07:58	4.811	5.600	5.206	1440



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores:
Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca -
Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA : 01/04/14

Sondeo N°

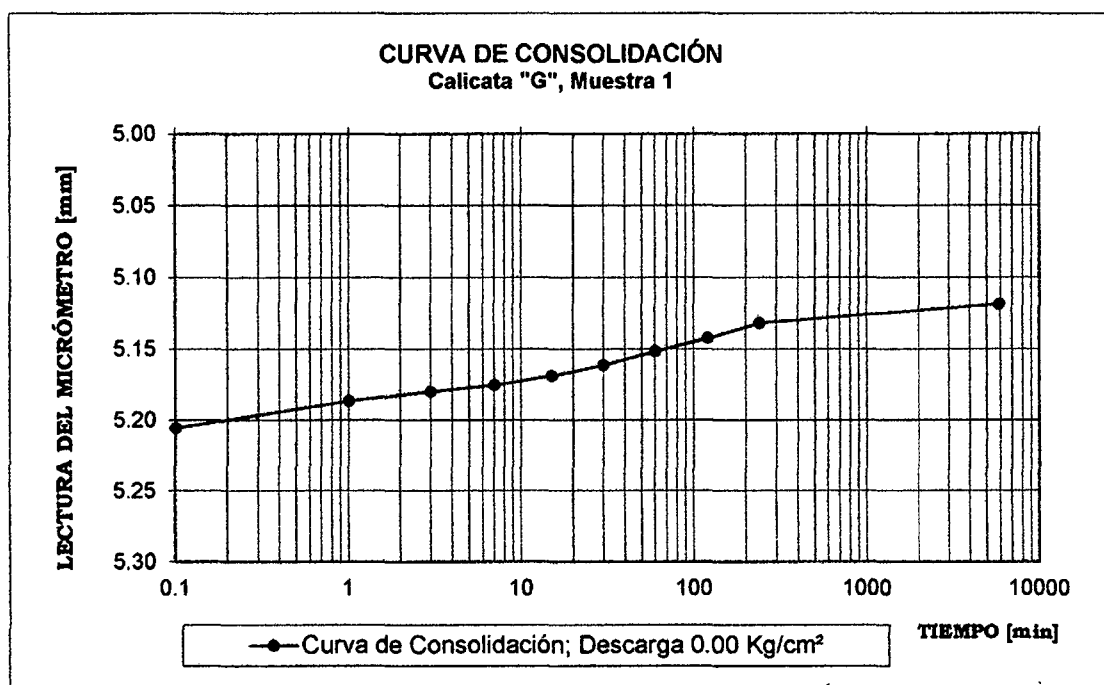
C-3

Muestra: M - 1(1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Descarga = 0.00 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
15/04/2014		07:58	4.811	5.600	5.206	0
07:59	1'	0.00	4.805	5.568	5.187	1
08:01	2'		4.802	5.558	5.180	3
08:05	4'		4.800	5.550	5.175	7
08:13	8'		4.798	5.539	5.169	15
08:28	15'		4.795	5.527	5.161	30
08:58	30'		4.788	5.515	5.152	60
09:58	60'		4.780	5.504	5.142	120
11:58	120'		4.770	5.493	5.132	240
16/04/2014		07:22	4.757	5.480	5.119	5880



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores:
Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belón, del distrito de Pomalca -
Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA: 02/05/2014

Muestra: M - 1 (1.50 mts.)

#####

CALICATA "C-7"

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD	Antes	Después
Anillo y vidrio	183	183
Peso de tara + suelo seco [gr]	414.67	414.67
Peso de tara + suelo húmedo [gr]	449.48	457.23
Peso del agua [gr]	34.81	42.56
Peso de tara [gr]	192.45	192.45
Peso de suelo seco [gr]	222.22	222.22
Contenido de humedad [%]	15.66	19.15

DATOS DE ANILLO

Número : 183
Diámetro : 8.85 cm
Área : 61.51 cm²
Altura [H₁] : 24.30 mm

CÁLCULO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA (Gs):

DATOS DE FIOLA

Número : 15
Peso fiola : 135.3 gr
Peso fiola + suelo seco : 232.9 gr
Peso suelo seco : 97.6 gr
Peso fiola + suelo seco + agua : 443.84 gr
Peso fiola + agua : 383.7 gr
Gravedad específica de sólidos [Gs] : 2.60 gr/cm³
Altura de sólidos [Hs] : 13.894 mm



Gs = 2.60 gr/cm³

H₁(alt. Inic.) = 24.30 mm
H_f(alt. Final) = 24.60 mm

Variac. en la altura de la muestra del principio al final del ensayo :

D= H= 0.30 mm

Altura final de la muestra : $H_2 = (H_1 - H)$ = 24.00 mm
Altura inicial del agua : $H_{w1} = (W\%_1 * H_s * G_s)$ = 5.66 mm
Altura final del agua : $H_{w2} = (W\%_2 * H_s * G_s)$ = 6.92 mm
Relación de vacíos inicial : $e_1 = (H_1 - H_s) / H_s$ = 0.749
Relación de vacíos final : $e_2 = (H_2 - H_s) / H_s$ = 0.727
Grado de saturación inicial : $G_{w1} = H_{w1} / (H_1 - H_s)$ = 54.38 %
Grado de saturación final : $G_{w1} = H_{w2} / (H_2 - H_s)$ = 68.46 %

PROYECTO TESIS: "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

Muestra: M - 1(1.50 mts.)
Consolidómetro N°: 183

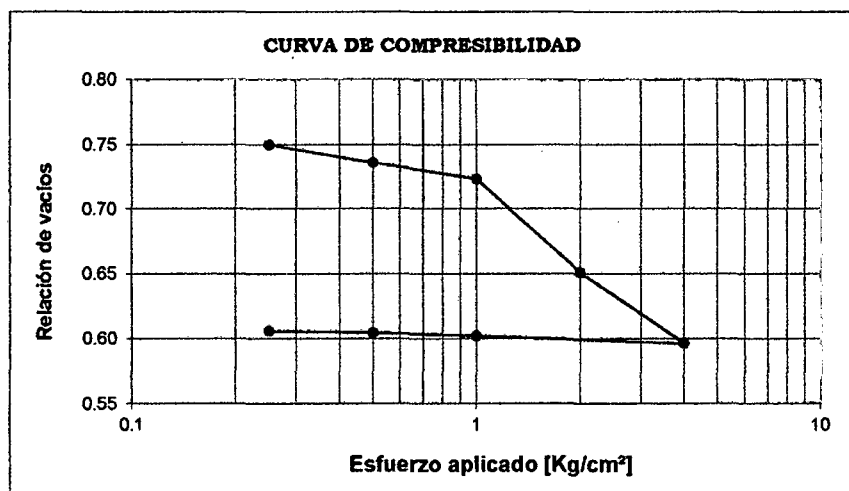
UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE
FECHA: 02/05/2014

RESUMEN: PROCESAMIENTO DE DATOS Y CÁLCULOS

$H_s = 13.894 \text{ mm}$
 $e_1 = 0.749$

C-7

Fecha	Estado del consolidóm.	Presión P [Kg/cm²]	Lectura de micrómetro [mm]	Deformación [mm]	Correcc. por compresión [mm]	Deformación corregida (d) [mm]	d / Hs	Relación de vacíos $e=e_1-(d/H_s)$
02/04/2014	CARGA		3.002					
03/04/2014		0.25	3.006	0.004	0.019	-0.015	-0.0011	0.750
04/04/2014		0.50	3.214	0.213	0.032	0.181	0.0130	0.736
07/04/2014		1.00	3.412	0.410	0.052	0.358	0.0258	0.723
08/04/2014		2.00	4.439	1.438	0.077	1.361	0.0979	0.651
09/04/2014	DESCARGA	4.00	5.221	2.220	0.103	2.117	0.1523	0.597
10/04/2014		1.00	5.143	2.142	0.104	2.038	0.1466	0.602
11/04/2014		0.50	5.096	2.094	0.093	2.001	0.1440	0.605
15/04/2014		0.25	5.069	2.067	0.084	1.983	0.1427	0.606
16/04/2014		0.00	5.045	2.043	0.061	1.982	0.1426	0.606



COEFICIENTE DE COMPRESIBILIDAD

$\Delta e = 0.651$
 $\Delta P = 0.597$

$A_v = \Delta e / \Delta P$
 $A_v = 1.09120185$

COEFICIENTE DE VARIACIÓN VOLUMÉTRICA

$A_v = 1.091$
 $e_1 = 0.749$

$M_v = A_v / (1 + e_1)$
 $M_v = 0.6239$

PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores:
Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belón, del distrito de Pomalca -
Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA: 02/05/2014

Sondeo N°

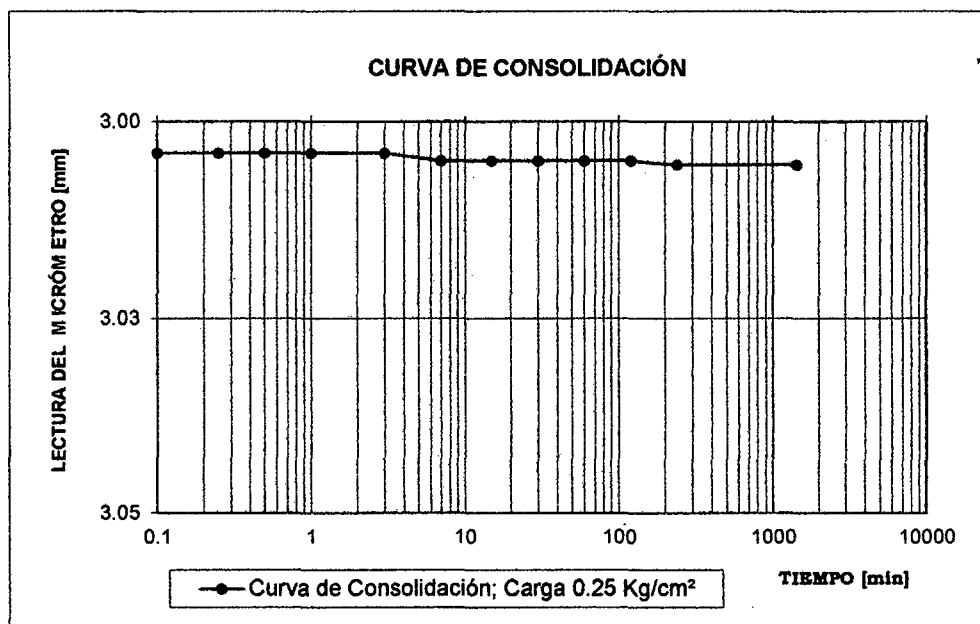
C-7

Muestra: M - 1 (1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Carga = 0,25 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
02/04/2014		12:04	3.005	2.998	3.002	0.00
08:24	6"	0.25	3.010	2.998	3.004	0.10
"	15"		3.010	2.998	3.004	0.25
"	30"		3.010	2.998	3.004	0.50
08:25	1'		3.010	2.998	3.004	1
08:27	2'		3.010	2.998	3.004	3
08:31	4'		3.011	2.999	3.005	7
08:39	8'		3.011	2.999	3.005	15
08:54	15'		3.011	2.999	3.005	30
09:24	30'		3.011	2.999	3.005	60
10:24	60'		3.011	2.999	3.005	120
12:24	120'		3.012	2.999	3.006	240
03/04/2014		08:24	3.012	2.999	3.006	1440



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores:
Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca -
Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA: 02/05/2014

Sondeo N°

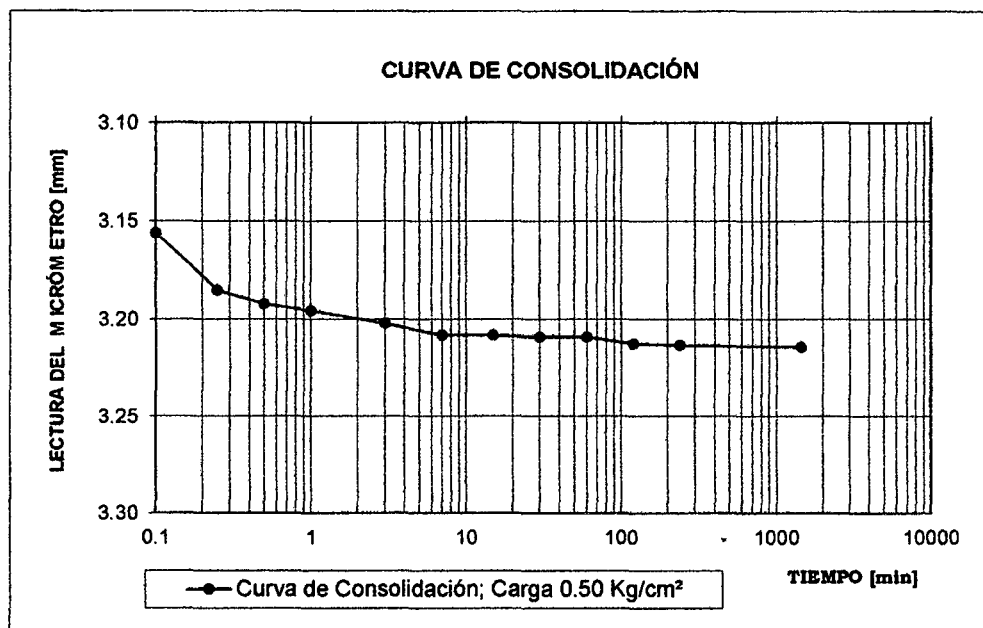
C-7

Muestra: M - 1 (1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Carga = 0,50 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
03/04/2014		08:24	3.012	2.999	3.006	0.00
08:25	6"	0.50	3.164	3.148	3.156	0.10
"	15"		3.202	3.168	3.185	0.25
"	30"		3.202	3.182	3.192	0.50
08:26	1'		3.202	3.189	3.196	1
08:28	2'		3.215	3.189	3.202	3
08:32	4'		3.218	3.198	3.208	7
08:40	8'		3.218	3.198	3.208	15
08:55	15'		3.219	3.199	3.209	30
09:25	30'		3.219	3.199	3.209	60
10:25	60'		3.220	3.205	3.213	120
12:25	120'		3.221	3.205	3.213	240
04/04/2014		07:30	3.222	3.206	3.214	1440



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores:
Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca -
Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA: 02/05/2014

Sondeo N°

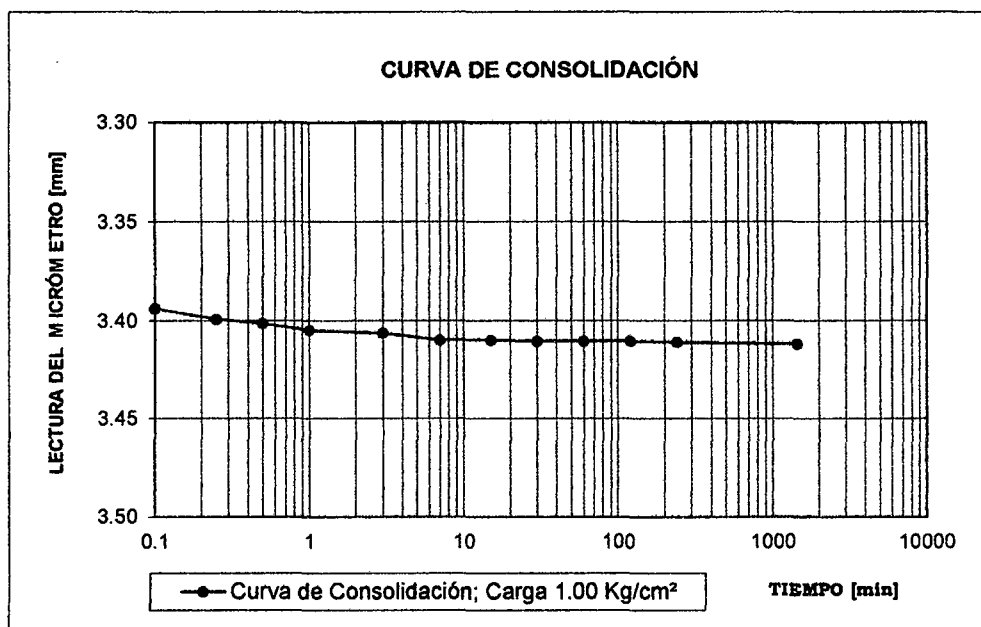
C-7

Muestra: M - 1 (1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Carga = 1.00 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
04/04/2014		07:30	3.222	3.206	3.214	0.00
07:45	6"	1.00	3.296	3.491	3.394	0.10
"	15"		3.298	3.500	3.399	0.25
"	30"		3.300	3.502	3.401	0.50
07:46	1'		3.300	3.509	3.405	1
07:48	2'		3.300	3.512	3.406	3
07:52	4'		3.301	3.518	3.410	7
08:00	8'		3.301	3.518	3.410	15
08:15	15'		3.301	3.519	3.410	30
08:45	30'		3.301	3.519	3.410	60
09:45	60'		3.301	3.519	3.410	120
11:45	120'		3.302	3.519	3.411	240
07/04/2014		07:45	3.302	3.521	3.412	1440



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores:
Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca -
Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA: 02/05/2014

Sondeo N°

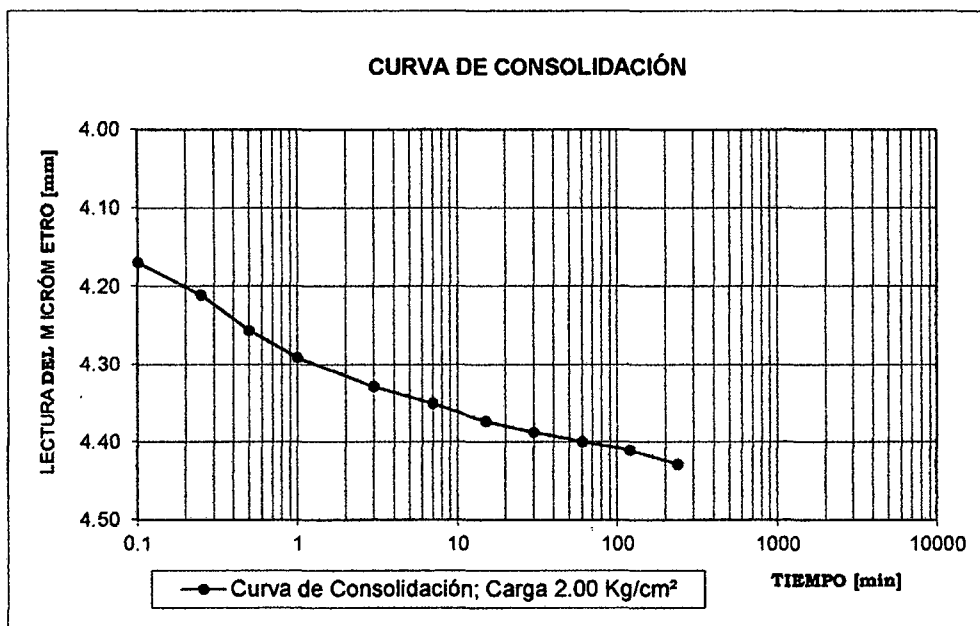
C-7

Muestra: M - 1 (1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Carga = 2.00 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
07/04/2014		07:45	3.302	3.521	3.412	0.00
07:48	6"	2.00	4.240	4.098	4.169	0.10
"	15"		4.300	4.122	4.211	0.25
"	30"		4.341	4.171	4.256	0.50
07:49	1'		4.381	4.200	4.291	1
07:51	2'		4.421	4.235	4.328	3
07:55	4'		4.445	4.255	4.350	7
08:03	8'		4.468	4.278	4.373	15
08:18	15'		4.482	4.292	4.387	30
08:48	30'		4.494	4.304	4.399	60
09:48	60'		4.505	4.315	4.410	120
11:48	120'		4.522	4.334	4.428	240
08/04/2014		07:30	4.532	4.346	4.439	5912



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores:
Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca -
Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA: 02/05/2014

Sondeo N°

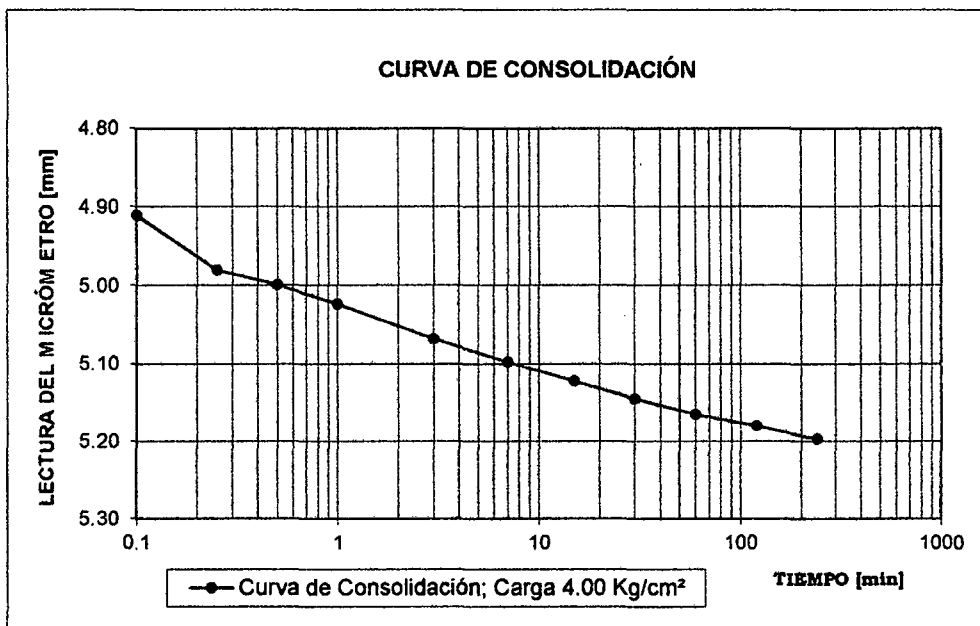
C-7

Muestra: M - 1 (1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Carga = 4.00 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
08/04/2014		07:30	4.532	4.346	4.439	0.00
07:44	6"	4.00	5.052	4.770	4.911	0.10
"	15"		5.145	4.815	4.980	0.25
"	30"		5.167	4.831	4.999	0.50
07:45	1'		5.192	4.854	5.023	1
07:47	2'		5.240	4.895	5.068	3
07:51	4'		5.270	4.925	5.098	7
07:59	8'		5.297	4.948	5.123	15
08:14	15'		5.318	4.972	5.145	30
08:44	30'		5.338	4.992	5.165	60
09:44	60'		5.351	5.010	5.181	120
11:44	120'		5.369	5.025	5.197	240
09/04/2014		07:26	5.393	5.049	5.221	4197



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores:
Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca -
Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA: 02/05/2014

Sondeo N°

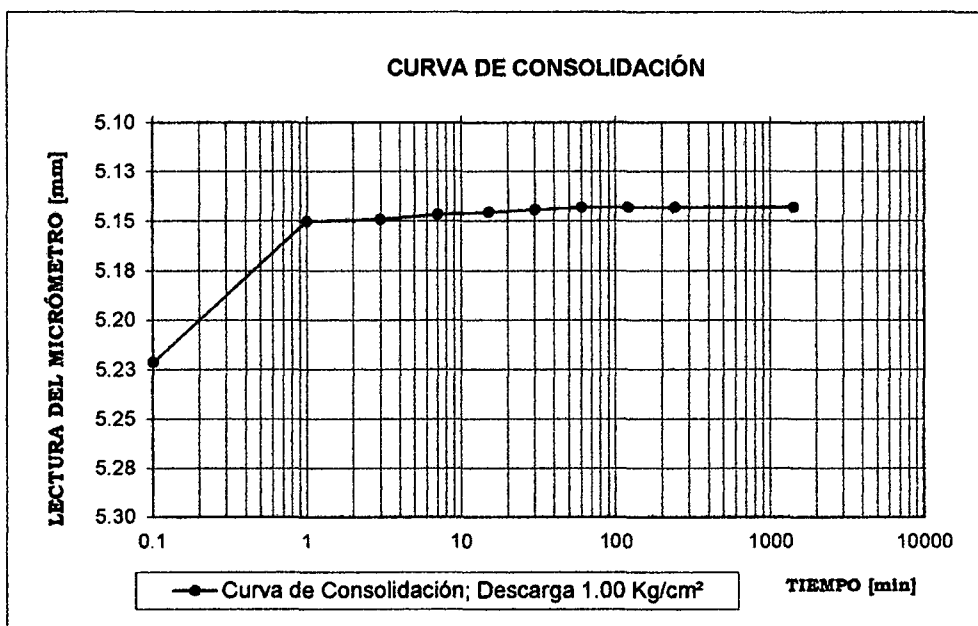
C-7

Muestra: M - 1 (1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Descarga = 1.00 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
09/04/2014		07:26	5.393	5.049	5.221	0
07:31	1'	1.00	5.329	4.971	5.150	1
07:33	2'		5.328	4.970	5.149	3
07:37	4'		5.325	4.968	5.147	7
07:45	8'		5.324	4.967	5.146	15
08:00	15'		5.322	4.966	5.144	30
08:30	30'		5.321	4.965	5.143	60
09:30	60'		5.321	4.965	5.143	120
11:30	120'		5.321	4.965	5.143	240
10/04/2014		07:29	5.321	4.965	5.143	1411



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores:
Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca -
Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA: 02/05/2014

Sondeo N°

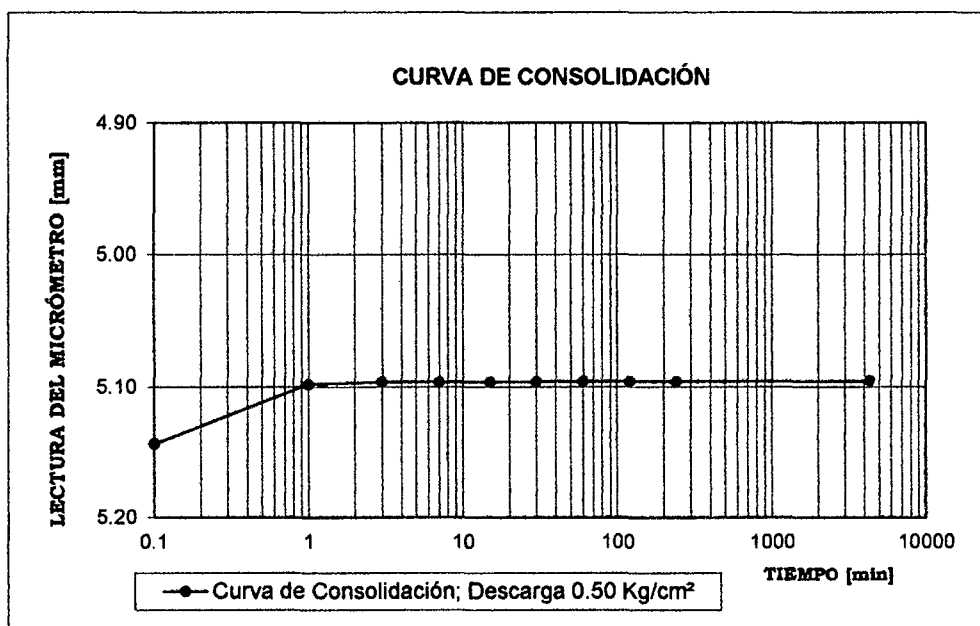
C-7

Muestra: M - 1 (1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Descarga = 0.50 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
10/04/2014		07:29	5.321	4.965	5.143	0
07:33	1'	0.50	5.271	4.925	5.098	1
07:35	2'		5.270	4.923	5.097	3
07:39	4'		5.270	4.923	5.097	7
07:47	8'		5.270	4.923	5.097	15
08:02	15'		5.270	4.922	5.096	30
08:32	30'		5.270	4.922	5.096	60
09:32	60'		5.270	4.922	5.096	120
11:32	120'		5.270	4.922	5.096	240
11/04/2014		07:38	5.269	4.922	5.096	4320



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores:
Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca -
Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA: 02/05/2014

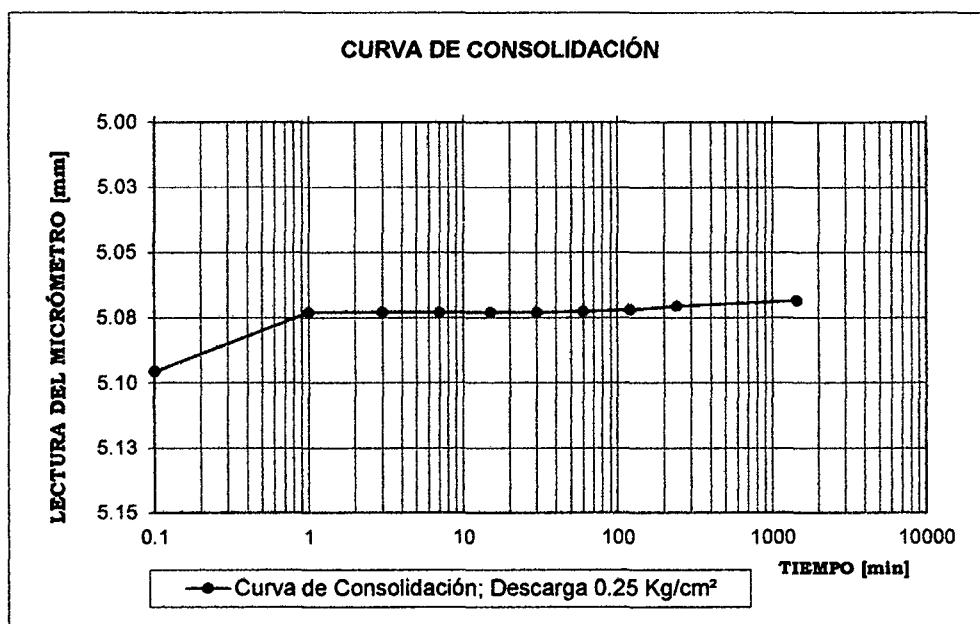
Sondeo N°

C-7

Muestra: M - 1 (1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN
Descarga = 0.25 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
11/04/2014		07:38	5.269	4.922	5.096	0
07:40	1'	0.25	5.241	4.905	5.073	1
07:42	2'		5.241	4.905	5.073	3
07:46	4'		5.241	4.905	5.073	7
07:54	8'		5.241	4.905	5.073	15
08:09	15'		5.241	4.905	5.073	30
08:39	30'		5.240	4.905	5.073	60
09:39	60'		5.239	4.905	5.072	120
11:39	120'		5.238	4.903	5.071	240
15/04/2014		07:54	5.235	4.902	5.069	1440



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores:
Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca -
Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA: 02/05/2014

Sondeo N°

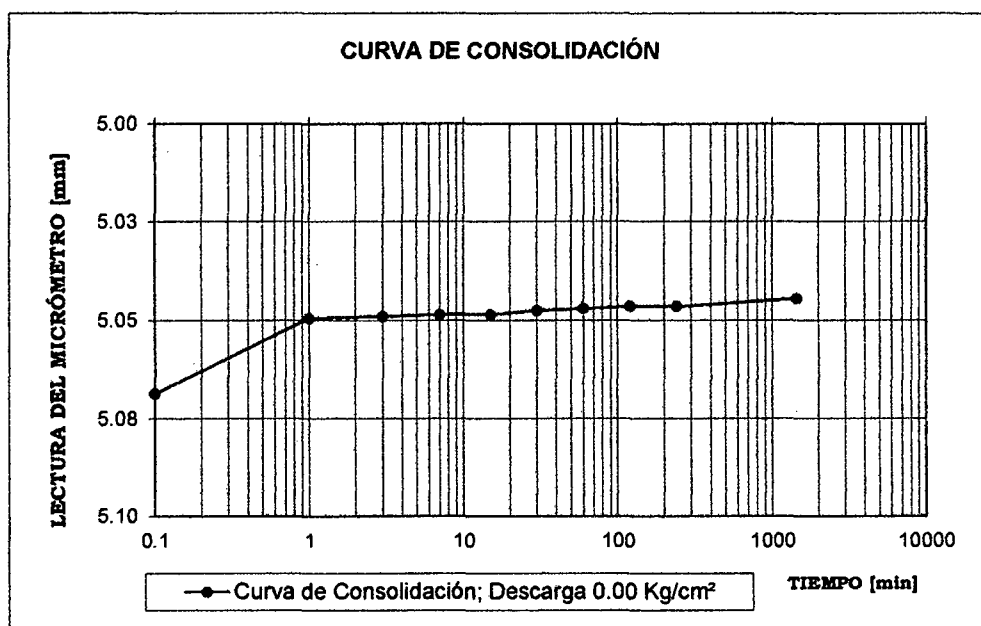
C-7

Muestra: M - 1 (1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Descarga = 0.00 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
15/04/2014		07:54	5.235	4.902	5.069	0
07:55	1'	0.00	5.210	4.889	5.050	1
07:57	2'		5.209	4.889	5.049	3
08:01	4'		5.208	4.889	5.049	7
08:09	8'		5.208	4.889	5.049	15
08:24	15'		5.206	4.889	5.048	30
08:54	30'		5.205	4.889	5.047	60
09:54	60'		5.205	4.888	5.047	120
11:54	120'		5.205	4.888	5.047	240
16/04/2014		07:21	5.201	4.888	5.045	1440



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores:
Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belón, del distrito de Pomalca -
Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA : 20/05/2014

Muestra: M - 1 (1.50 mts.)

CALICATA "C-13"

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD	Antes	Después
Anillo y vidrio	165	165
Peso de tara + suelo seco [gr]	388.5	388.5
Peso de tara + suelo húmedo [gr]	443.93	444.82
Peso del agua [gr]	55.43	56.32
Peso de tara [gr]	181.19	181.19
Peso de suelo seco [gr]	207.31	207.31
Contenido de humedad [%]	26.74	27.17

DATOS DE ANILLO

Número : 165
Diámetro : 8.78 cm
Área : 60.55 cm²
Altura [H₁] : 23.40 mm

CÁLCULO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA (Gs):

DATOS DE FIOLA

Número : 2
Peso fiola : 92.91 gr
Peso fiola + suelo seco : 172.0 gr
Peso suelo seco : 79.1 gr
Peso fiola + suelo seco + agua : 391.1 gr
Peso fiola + agua : 341.9 gr

Gravedad específica de sólidos [Gs] : 2.65 gr/cm³
Altura de sólidos [Hs] : 12.92 mm



$$Gs = 2.65 \text{ gr/cm}^3$$

H1(alt. Inic.) = 23.40 mm
Hf(alt. Final) = 23.90 mm

Variac. en la altura de la muestra del principio al final del ensayo :

D= H= 0.50 mm

Altura final de la muestra	:	$H_2 = (H_1 - H)$	=	22.90 mm
Altura inicial del agua	:	$Hw_1 = (W\%_1 * Hs * Gs)$	=	9.16 mm
Altura final del agua	:	$Hw_2 = (W\%_2 * Hs * Gs)$	=	9.30 mm
Relación de vacíos inicial	:	$e_1 = (H_1 - Hs) / Hs$	=	0.811
Relación de vacíos final	:	$e_2 = (H_2 - Hs) / Hs$	=	0.772
Grado de saturación inicial	:	$Gw_1 = Hw_1 / (H_1 - Hs)$	=	87.36 %
Grado de saturación final	:	$Gw_1 = Hw_2 / (H_2 - Hs)$	=	93.21 %

PROYECTO TESIS: "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

Muestra: M - 1(1.50 mts.)
Consolidómetro N° : 165

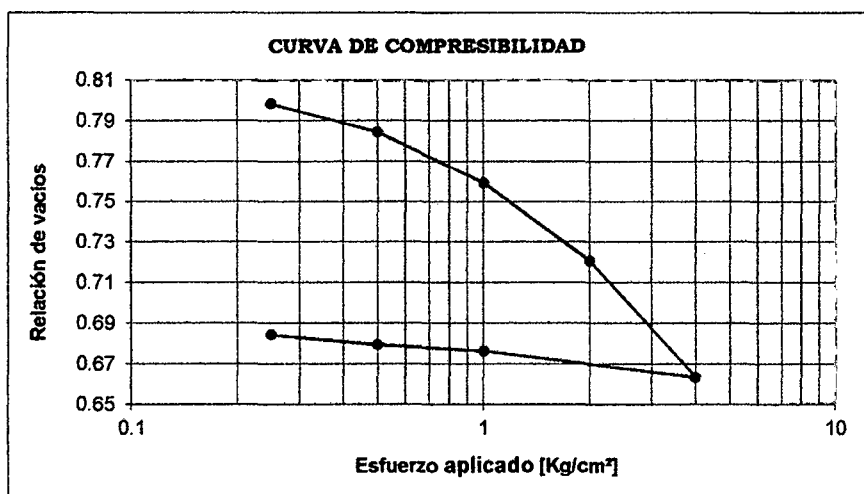
UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE
FECHA : 20/05/2014

RESUMEN: PROCESAMIENTO DE DATOS Y CÁLCULOS

$H_s = 12.920 \text{ mm}$
 $e_1 = 0.811$

C-13

Fecha	Estado del consolidóm.	Presión P [Kg/cm ²]	Lectura de micrómetro [mm]	Deformación [mm]	Correcc. por compresión [mm]	Deformación corregida (d) [mm]	d / Hs	Relación de vacíos $e=e_1-(d/H_s)$
28/03/2014	CARGA		2.932					
31/03/2014		0.25	3.117	0.185	0.019	0.166	0.0128	0.798
01/04/2014		0.50	3.309	0.377	0.032	0.345	0.0267	0.785
02/04/2014		1.00	3.654	0.722	0.052	0.670	0.0518	0.759
03/04/2014		2.00	4.177	1.245	0.077	1.168	0.0904	0.721
04/04/2014	DESCARGA	4.00	4.944	2.012	0.103	1.909	0.148	0.663
07/04/2014		1.00	4.779	1.847	0.104	1.743	0.1349	0.676
08/04/2014		0.50	4.726	1.794	0.093	1.701	0.1317	0.680
09/04/2014		0.25	4.654	1.722	0.084	1.638	0.1268	0.684
10/04/2014		0.00	4.481	1.549	0.061	1.488	0.1151	0.696



COEFICIENTE DE COMPRESIBILIDAD

$$\Delta e = 0.721$$

$$\Delta P = 0.663$$

$$A_v = \Delta e / \Delta P$$

$$A_v = 1.086510189$$

COEFICIENTE DE VARIACIÓN VOLUMÉTRICA

$$A_v = 1.087$$

$$e_1 = 0.811$$

$$M_v = A_v / (1 + e_1)$$

$$M_v = 0.5999$$

PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA : 20/05/14

Sondeo N°

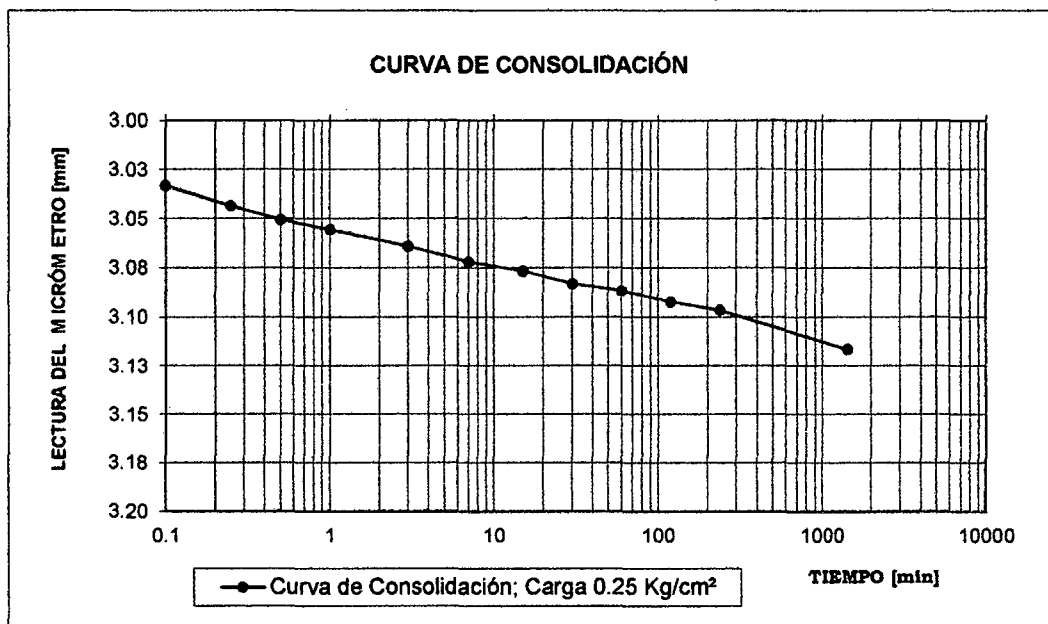
C-13

Muestra: M - 1(1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Carga = 0,25 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
28/03/2014		07:56	2.922	2.942	2.932	0.00
08:30	6"	0.25	3.012	3.054	3.033	0.10
"	15"		3.023	3.064	3.044	0.25
"	30"		3.030	3.071	3.051	0.50
08:31	1'		3.032	3.079	3.056	1
08:33	2'		3.039	3.089	3.064	3
08:37	4'		3.047	3.097	3.072	7
08:45	8'		3.051	3.102	3.077	15
09:00	15'		3.058	3.108	3.083	30
09:30	30'		3.062	3.111	3.087	60
10:30	60'		3.068	3.116	3.092	120
12:30	120'		3.072	3.121	3.097	240
31/03/2014		08:23	3.091	3.142	3.117	1440



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA: 20/05/14

Sondeo N°

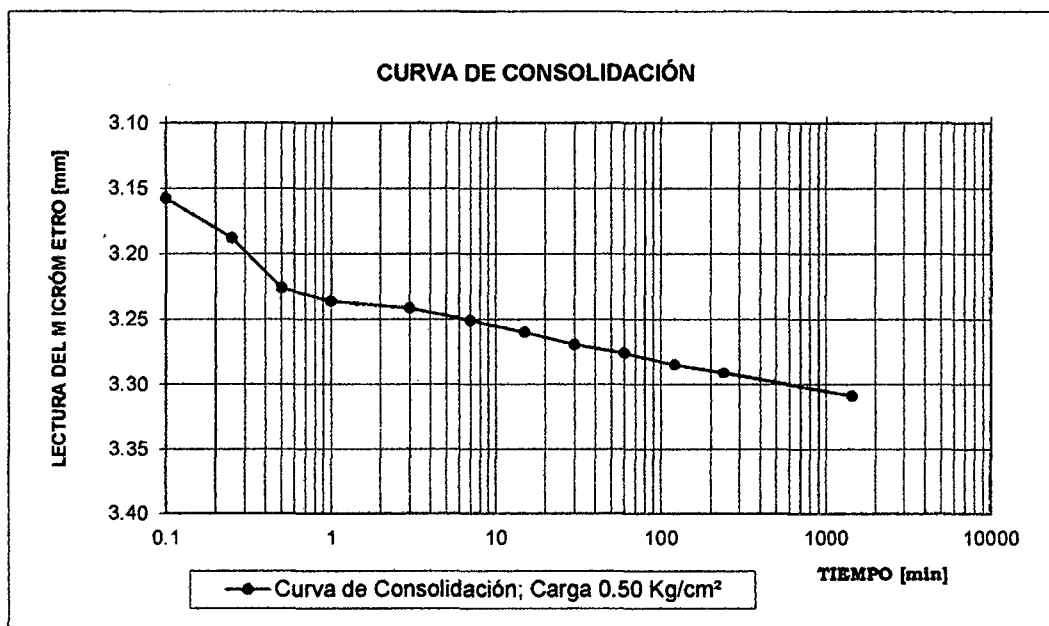
C-13

Muestra: M - 1(1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Carga = 0,50 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
31/03/2014		08:23	3.091	3.142	3.117	0.00
08:27	6"	0.50	3.132	3.183	3.158	0.10
"	15"		3.152	3.224	3.188	0.25
"	30"		3.181	3.271	3.226	0.50
08:28	1'		3.188	3.284	3.236	1
08:30	2'		3.191	3.291	3.241	3
08:34	4'		3.200	3.301	3.251	7
08:42	8'		3.208	3.311	3.260	15
08:57	15'		3.217	3.321	3.269	30
09:27	30'		3.222	3.329	3.276	60
10:27	60'		3.231	3.338	3.285	120
12:27	120'		3.240	3.342	3.291	240
01/04/2014		08:30	3.255	3.362	3.309	1442



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA : 20/05/14

Sondeo N°

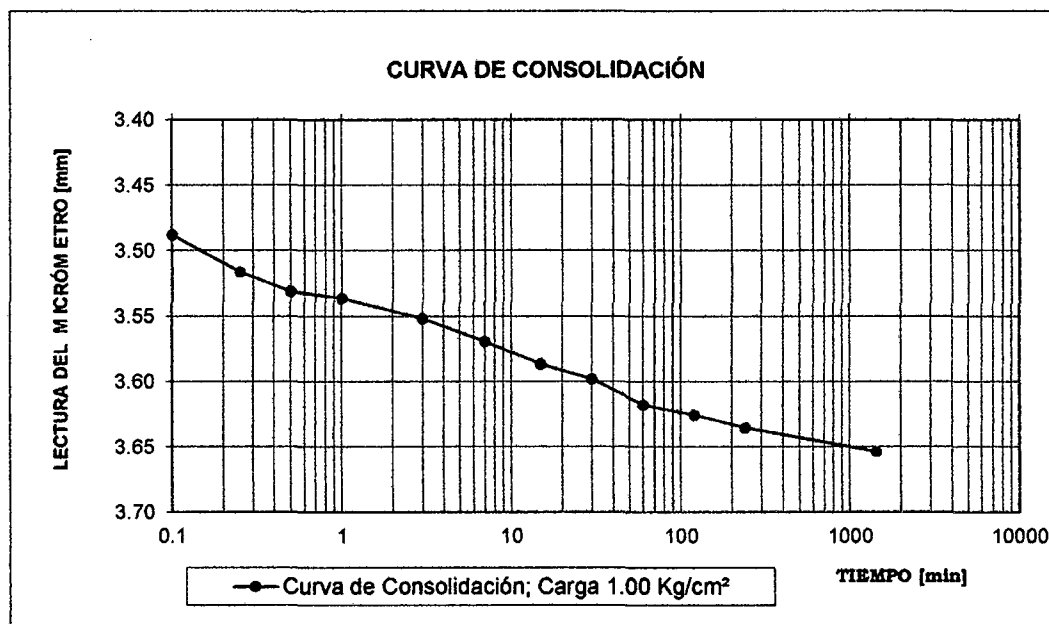
C-13

Muestra: M - 1(1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Carga = 1.00 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
01/04/2014		08:30	3.255	3.362	3.309	0.00
08:45	6"	1.00	3.405	3.571	3.488	0.10
"	15"		3.431	3.601	3.516	0.25
"	30"		3.439	3.623	3.531	0.50
08:46	1'		3.449	3.623	3.536	1
08:48	2'		3.458	3.645	3.552	3
08:52	4'		3.469	3.669	3.569	7
09:00	8'		3.478	3.695	3.587	15
09:15	15'		3.483	3.713	3.598	30
09:45	30'		3.489	3.746	3.618	60
10:45	60'		3.492	3.759	3.626	120
12:45	120'		3.499	3.771	3.635	240
02/04/2014		08:11	3.509	3.798	3.654	1440



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA: 20/05/14

Sondeo N°

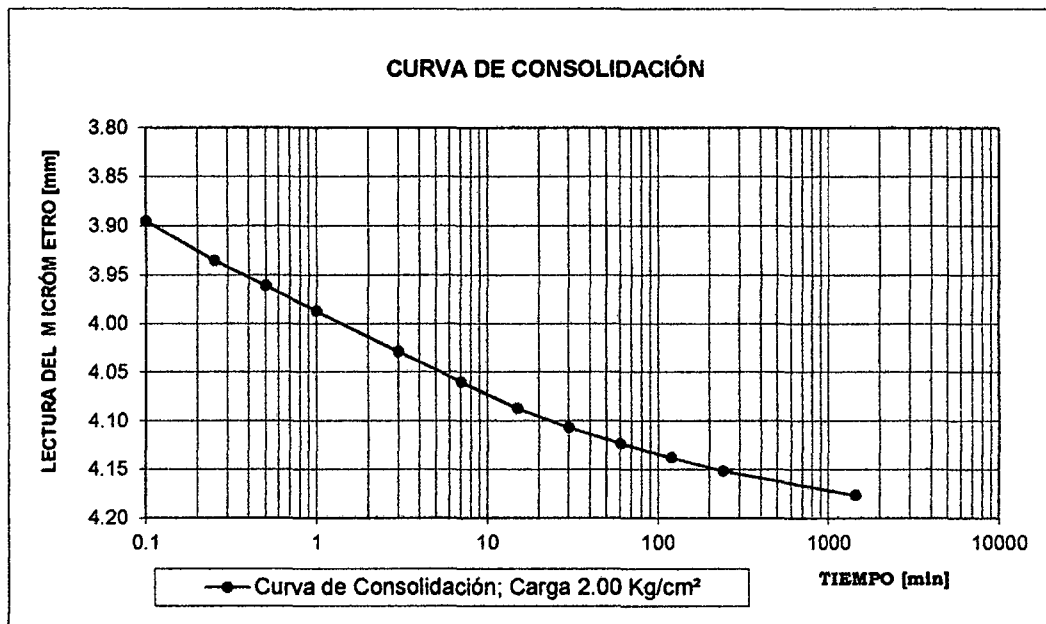
C-13

Muestra: M - 1(1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Carga = 2.00 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
02/04/2014		08:11	3.509	3.798	3.654	0.00
08:15	6"	2.00	3.682	4.108	3.895	0.10
"	15"		3.746	4.125	3.936	0.25
"	30"		3.770	4.152	3.961	0.50
08:16	1'		3.802	4.172	3.987	1
08:18	2'		3.852	4.204	4.028	3
08:22	4'		3.895	4.224	4.060	7
08:30	8'		3.929	4.245	4.087	15
08:45	15'		3.953	4.260	4.107	30
09:15	30'		3.975	4.271	4.123	60
10:15	60'		3.993	4.282	4.138	120
12:15	120'		4.011	4.292	4.152	240
03/04/2014		07:51	4.042	4.311	4.177	1440



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA: 20/05/14

Sondeo N°

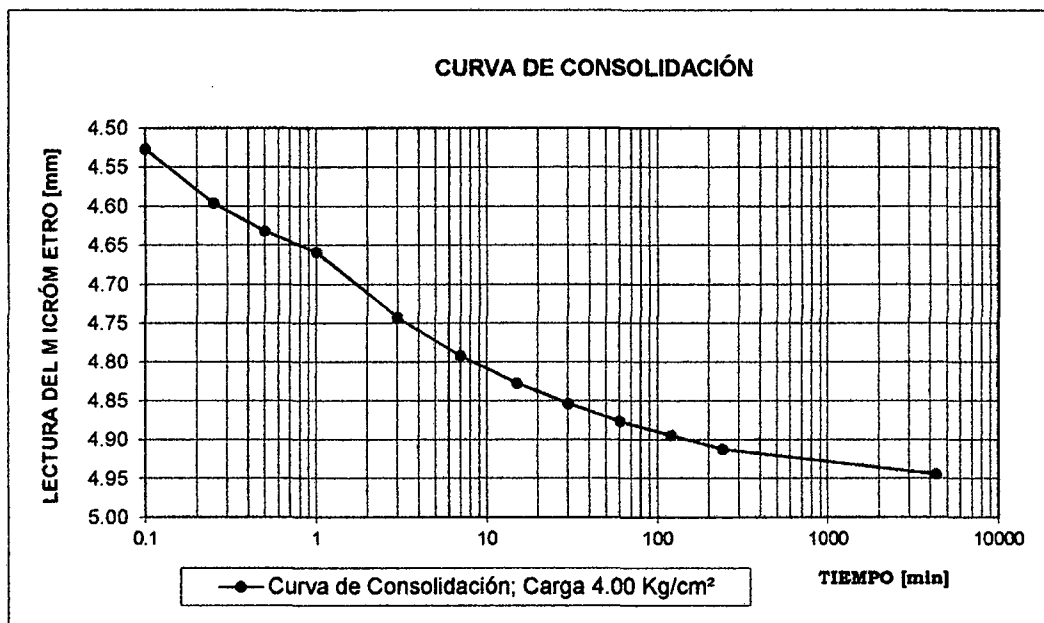
C-13

Muestra: M - 1(1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Carga = 4.00 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
03/04/2014		07:51	4.042	4.311	4.177	0.00
07:59	6"	4.00	4.472	4.581	4.527	0.10
"	15"		4.575	4.617	4.596	0.25
"	30"		4.629	4.635	4.632	0.50
08:00	1'		4.652	4.665	4.659	1
08:02	2'		4.748	4.737	4.743	3
08:06	4'		4.802	4.781	4.792	7
08:14	8'		4.845	4.809	4.827	15
08:29	15'		4.878	4.829	4.854	30
08:59	30'		4.904	4.848	4.876	60
09:59	60'		4.926	4.862	4.894	120
11:59	120'		4.945	4.879	4.912	240
04/04/2014		07:23	4.979	4.909	4.944	4320



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belón, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA: 20/05/14

Sondeo N°

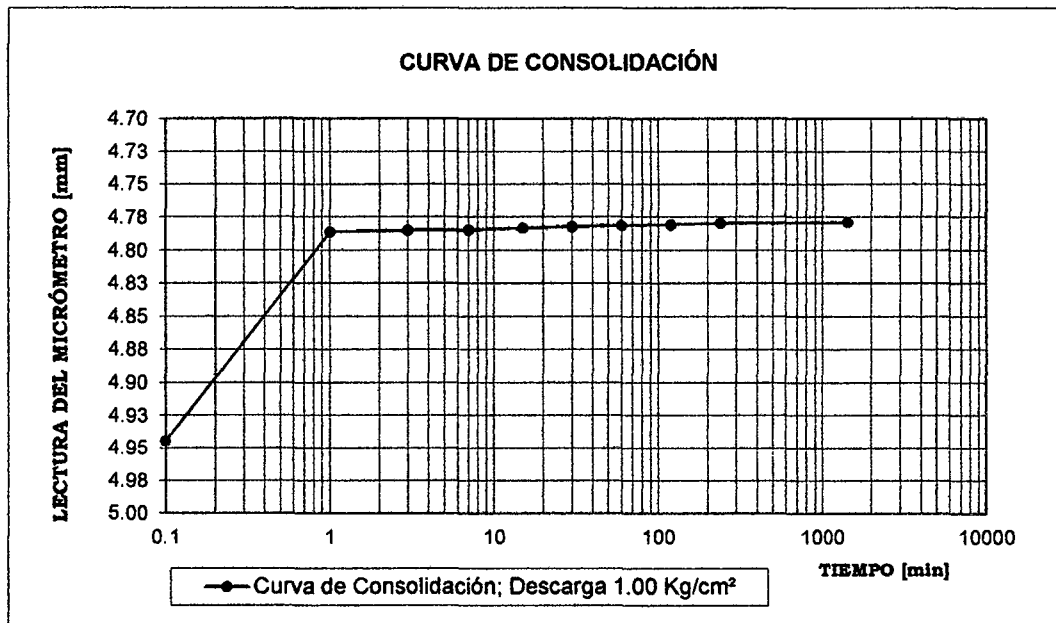
C-13

Muestra: M - 1(1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Descarga = 1.00 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
04/04/2014		07:23	4.979	4.909	4.944	0
07:55	1'	1.00	4.823	4.749	4.786	1
07:57	2'		4.822	4.748	4.785	3
08:01	4'		4.822	4.747	4.785	7
08:09	8'		4.822	4.745	4.783	15
08:24	15'		4.821	4.743	4.782	30
08:54	30'		4.821	4.742	4.781	60
09:54	60'		4.820	4.741	4.781	120
11:54	120'		4.820	4.740	4.780	240
07/04/2014		07:21	4.819	4.738	4.779	1440



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA: 20/05/14

Sondeo N°

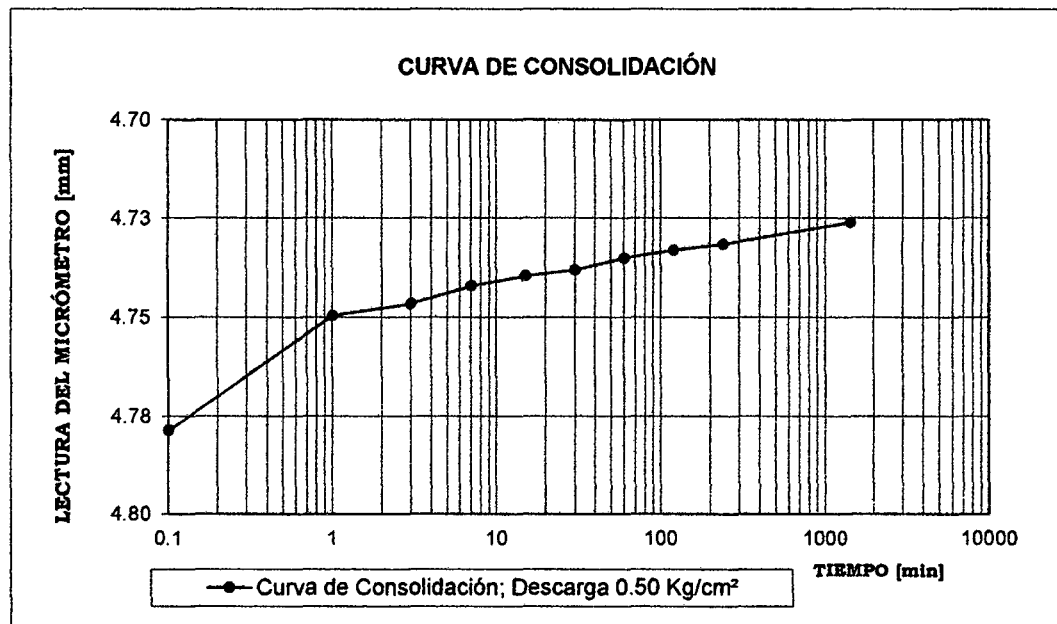
C-13

Muestra: M - 1(1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Descarga = 0.50 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
07/04/2014		07:21	4.819	4.738	4.779	0
07:28	1'	0.50	4.798	4.701	4.750	1
07:30	2'		4.795	4.698	4.747	3
07:34	4'		4.792	4.692	4.742	7
07:42	8'		4.790	4.689	4.740	15
07:57	15'		4.790	4.686	4.738	30
08:27	30'		4.790	4.680	4.735	60
09:27	60'		4.787	4.679	4.733	120
11:27	120'		4.786	4.677	4.732	240
08/04/2014		07:19	4.781	4.671	4.726	1440



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA: 20/05/14

Sondeo N°

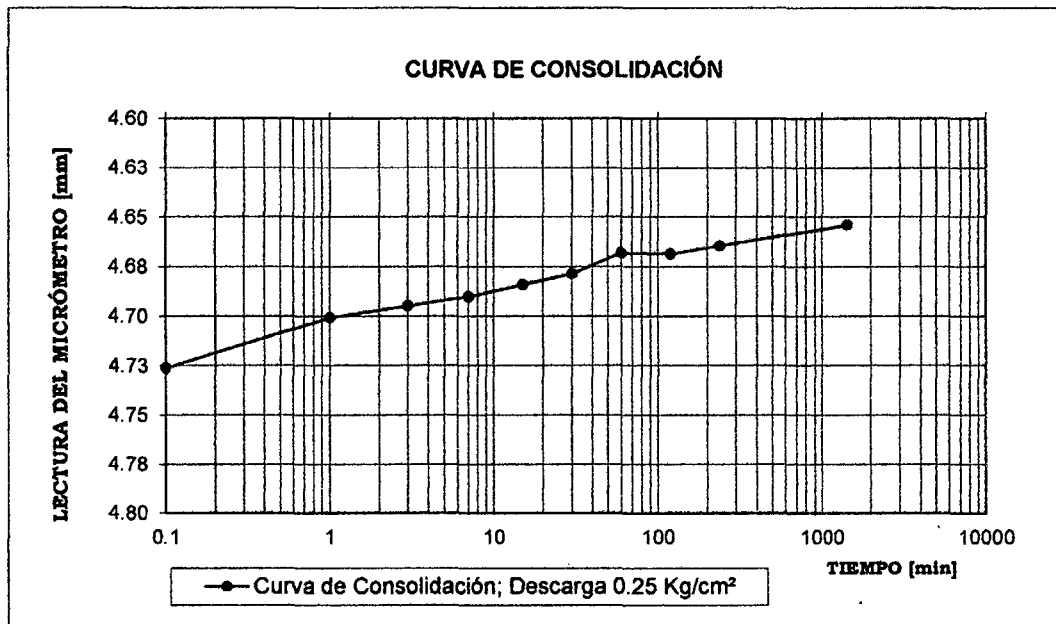
C-13

Muestra: M - 1(1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Descarga = 0.25 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
08/04/2014		07:19	4.781	4.671	4.726	0
07:20	1'	0.25	4.762	4.639	4.701	1
07:22	2'		4.758	4.631	4.695	3
07:26	4'		4.755	4.625	4.690	7
07:34	8'		4.750	4.618	4.684	15
07:49	15'		4.746	4.611	4.679	30
08:19	30'		4.741	4.595	4.668	60
09:19	60'		4.738	4.599	4.669	120
11:19	120'		4.732	4.597	4.665	240
09/04/2014		07:18	4.725	4.583	4.654	1440



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA: 20/05/14

Sondeo N°

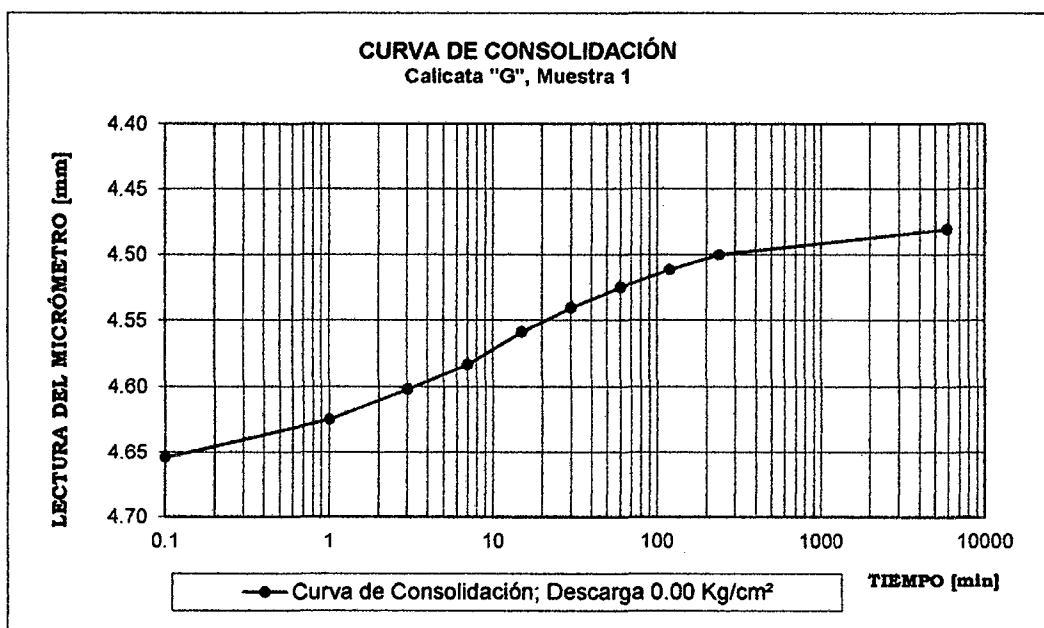
C-13

Muestra: M - 1(1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Descarga = 0.00 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
09/04/2014		07:18	4.725	4.583	4.654	0
07:20	1'	0.00	4.701	4.549	4.625	1
07:22	2'		4.681	4.523	4.602	3
07:26	4'		4.668	4.499	4.584	7
07:34	8'		4.645	4.472	4.559	15
07:49	15'		4.629	4.451	4.540	30
08:19	30'		4.611	4.438	4.525	60
09:19	60'		4.599	4.424	4.512	120
11:59	120'		4.584	4.416	4.500	240
10/04/2014		07:41	4.571	4.390	4.481	5880



PROYECTO TESIS: "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE
FECHA : 20/05/2014
Muestra: M - 1 (1.50 mts.)

CALICATA "C-16"

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD	Antes	Después
Anillo y vidrio	A153	A153
Peso de tara + suelo seco [gr]	455.05	455.05
Peso de tara + suelo húmedo [gr]	498.83	504.82
Peso del agua [gr]	43.78	49.77
Peso de tara [gr]	192.5	192.5
Peso de suelo seco [gr]	262.55	262.55
Contenido de humedad [%]	16.67	18.96

DATOS DE ANILLO

Número : A153
 Diámetro : 8.74 cm
 Área : 59.99 cm²
 Altura [H₁] : 24.60 mm

CÁLCULO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA (Gs):

DATOS DE FIOLA

Número	: 3	
Peso fiola	: 138.09 gr	
Peso fiola + suelo seco	: 215.5 gr	
Peso suelo seco	: 77.4 gr	⇒ Gs = 2.68 gr/cm³
Peso fiola + suelo seco + agua	: 435.2 gr	
Peso fiola + agua	: 386.7 gr	
		H1(alt. Inic.) = 24.60
		Hf(alt. Final) = 23.90
Gravedad específica de sólidos [Gs]	: 2.68 gr/cm ³	
Altura de sólidos [Hs]	: 16.34 mm	

Variac. en la altura de la muestra del principio al final del ensayo : **D= H= -0.70**

Altura final de la muestra	: H ₂ = (H ₁ - H)	= 25.30 mm
Altura inicial del agua	: Hw ₁ = (W% ₁ * Hs * Gs)	= 7.30 mm
Altura final del agua	: Hw ₂ = (W% ₂ * Hs * Gs)	= 8.30 mm
Relación de vacíos inicial	: e ₁ = (H ₁ - Hs) / Hs	= 0.505
Relación de vacíos final	: e ₂ = (H ₂ - Hs) / Hs	= 0.548
Grado de saturación inicial	: Gw ₁ = Hw ₁ / (H ₁ - Hs)	= 88.38 %
Grado de saturación final	: Gw ₁ = Hw ₂ / (H ₂ - Hs)	= 92.62 %

PROYECTO TESIS:

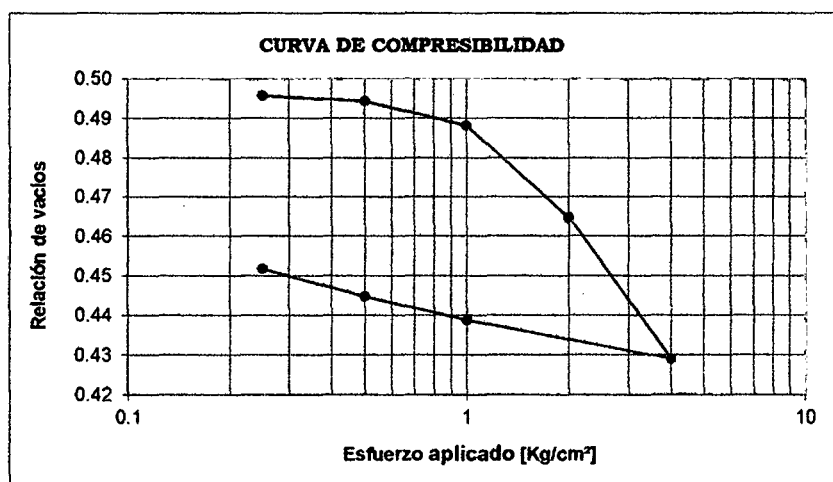
"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores:
Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de
Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

Muestra: M - 1(1.50 mts.)
Consolidómetro N° : A153

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE
FECHA: 20/05/2014

RESUMEN: PROCESAMIENTO DE DATOS Y CÁLCULOS**C-16**
 $H_s = 16.343 \text{ mm}$
 $e_1 = 0.505$

Fecha	Estado del consolidóm.	Presión P [Kg/cm ²]	Lectura de micrómetro [mm]	Deformación [mm]	Correcc. por compresión [mm]	Deformación corregida (d) [mm]	d / Hs	Relación de vacíos e=e ₁ -(d/Hs)
28/03/2014	CARGA		2.890					
31/03/2014		0.25	3.067	0.177	0.022	0.155	0.0095	0.496
01/04/2014		0.50	3.104	0.214	0.037	0.177	0.0108	0.494
02/04/2014		1.00	3.224	0.334	0.057	0.277	0.0169	0.488
03/04/2014		2.00	3.632	0.742	0.082	0.660	0.0404	0.465
04/04/2014		4.00	4.242	1.352	0.108	1.244	0.076	0.429
07/04/2014	DESCARGA	1.00	4.085	1.195	0.110	1.085	0.0664	0.439
08/04/2014		0.50	3.979	1.089	0.101	0.988	0.0605	0.445
09/04/2014		0.25	3.853	0.963	0.091	0.872	0.0534	0.452
10/04/2014		0.00	3.639	0.749	0.087	0.662	0.0405	0.465

**COEFICIENTE DE COMPRESIBILIDAD**

$$\Delta e = 0.465$$

$$\Delta P = 0.429$$

$$A_v = \Delta e / \Delta P$$

$$A_v = 1.083274116$$

COEFICIENTE DE VARIACIÓN VOLUMÉTRICA

$$A_v = 1.083$$

$$e_1 = 0.505$$

$$M_v = A_v / (1 + e_1)$$

$$M_v = 0.7197$$

OYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA : 20/05/14

Sondeo N°

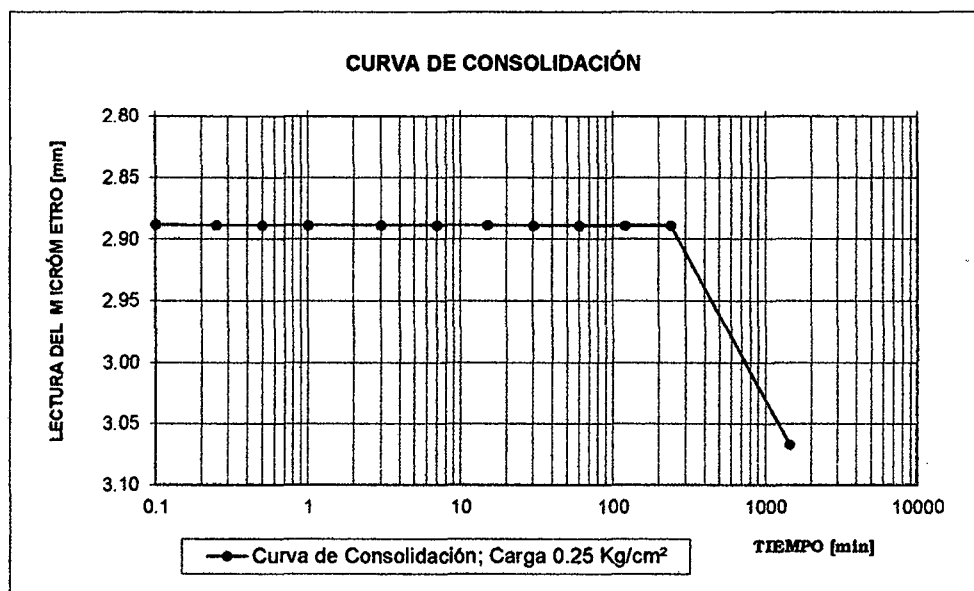
C-16

Muestra: M - 1(1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Carga = 0,25 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
28/03/2014		07:58	2.970	2.810	2.890	0.00
08:55	6"	0.25	2.968	2.808	2.888	0.10
"	15"		2.968	2.809	2.889	0.25
"	30"		2.968	2.809	2.889	0.50
08:56	1'		2.968	2.809	2.889	1
08:58	2'		2.968	2.809	2.889	3
09:02	4'		2.968	2.809	2.889	7
09:10	8'		2.968	2.809	2.889	15
09:25	15'		2.968	2.810	2.889	30
09:55	30'		2.968	2.810	2.889	60
10:55	60'		2.968	2.810	2.889	120
12:55	120'		2.968	2.810	2.889	240
31/03/2014		08:21	3.089	3.044	3.067	1440



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA: 20/05/14

Muestra: M - 1(1.50 mts.)

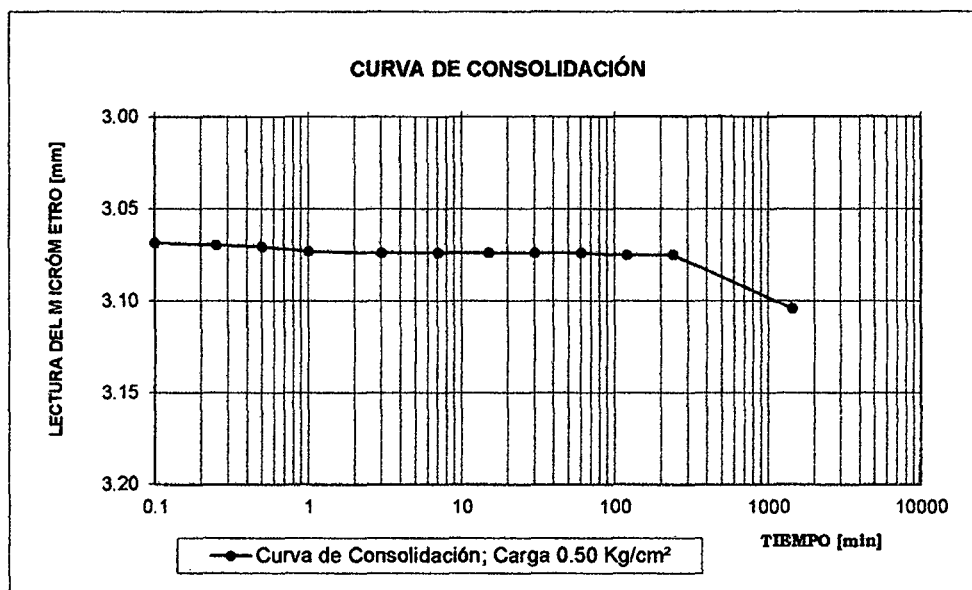
Sondeo N°

C-16

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Carga = 0,50 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
31/03/2014		08:21			3.067	0.00
08:45	6"	0.50	3.089	3.048	3.069	0.10
"	15"		3.089	3.050	3.070	0.25
"	30"		3.089	3.052	3.071	0.50
08:46	1'		3.090	3.056	3.073	1
08:48	2'		3.090	3.058	3.074	3
08:52	4'		3.090	3.058	3.074	7
09:00	8'		3.090	3.058	3.074	15
09:15	15'		3.090	3.058	3.074	30
09:45	30'		3.090	3.058	3.074	60
10:45	60'		3.090	3.060	3.075	120
12:45	120'		3.090	3.060	3.075	240
01/04/2014		08:31	3.109	3.099	3.104	1442



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belón, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA: 20/05/14

Muestra: M - 1(1.50 mts.)

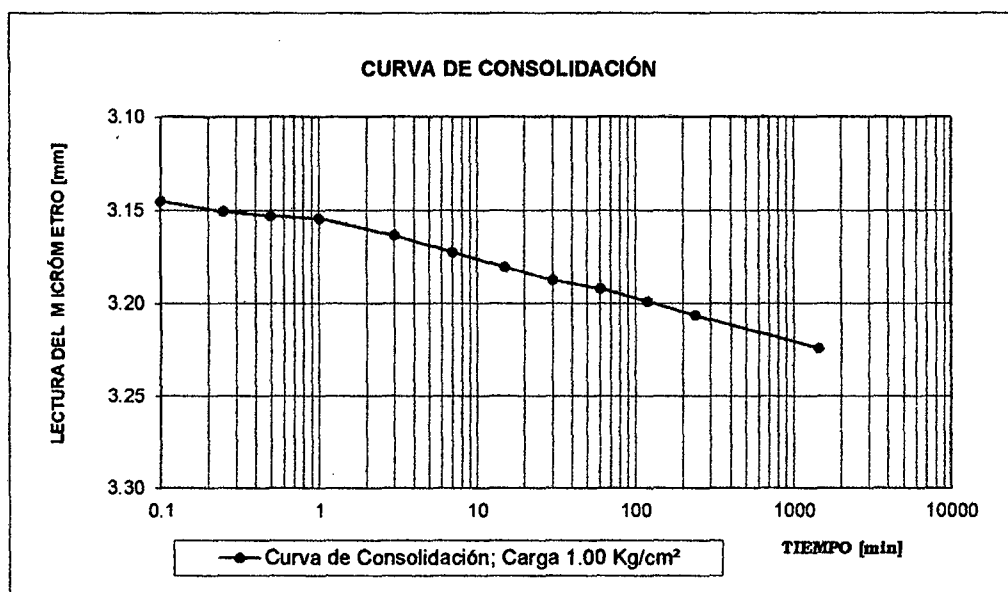
Sondeo N°

C-16

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Carga = 1.00 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
01/04/2014		08:31	3.109	3.099	3.104	0.00
08:35	6"	1.00	3.135	3.155	3.145	0.10
"	15"		3.142	3.159	3.151	0.25
"	30"		3.145	3.161	3.153	0.50
08:36	1'		3.147	3.162	3.155	1
08:38	2'		3.155	3.172	3.164	3
08:42	4'		3.163	3.182	3.173	7
08:50	8'		3.170	3.191	3.181	15
09:05	15'		3.178	3.197	3.188	30
09:35	30'		3.182	3.202	3.192	60
10:35	60'		3.189	3.209	3.199	120
12:35	120'		3.192	3.221	3.207	240
02/04/2014		08:11	3.209	3.239	3.224	1440



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA: 20/05/14

Muestra: M - 1(1.50 mts.)

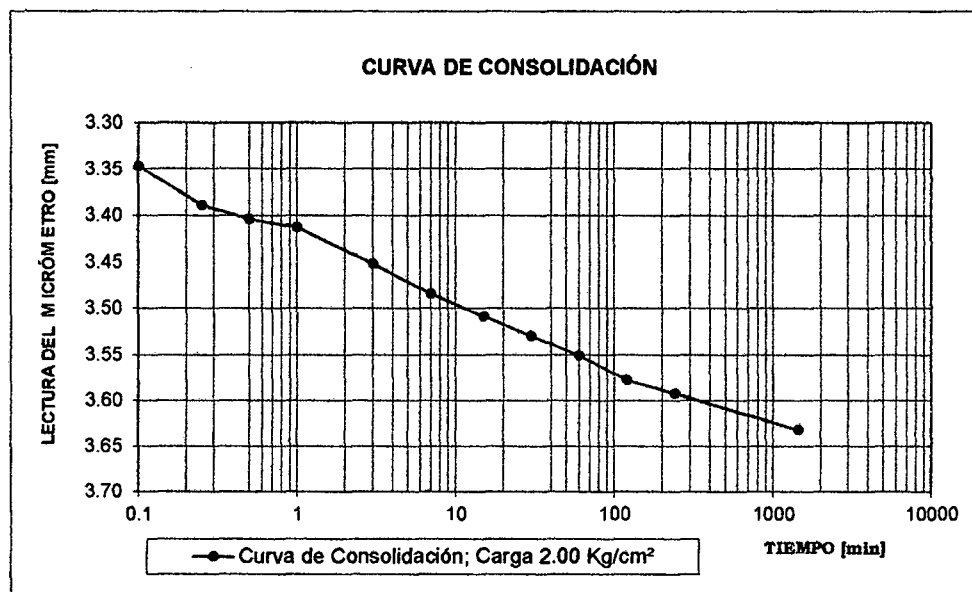
Sondeo N°

C-16

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Carga = 2.00 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
02/04/2014		08:11	3.209	3.239	3.224	0.00
08:32	6"	2.00	3.295	3.398	3.347	0.10
"	15"		3.332	3.446	3.389	0.25
"	30"		3.341	3.467	3.404	0.50
08:33	1'		3.350	3.475	3.413	1
08:35	2'		3.385	3.519	3.452	3
08:39	4'		3.411	3.558	3.485	7
08:47	8'		3.432	3.585	3.509	15
09:02	15'		3.450	3.609	3.530	30
09:32	30'		3.468	3.633	3.551	60
10:32	60'		3.485	3.669	3.577	120
12:32	120'		3.504	3.680	3.592	240
03/04/2014		08:04	3.542	3.722	3.632	1440



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belón, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA: 20/05/14

Sondeo N°

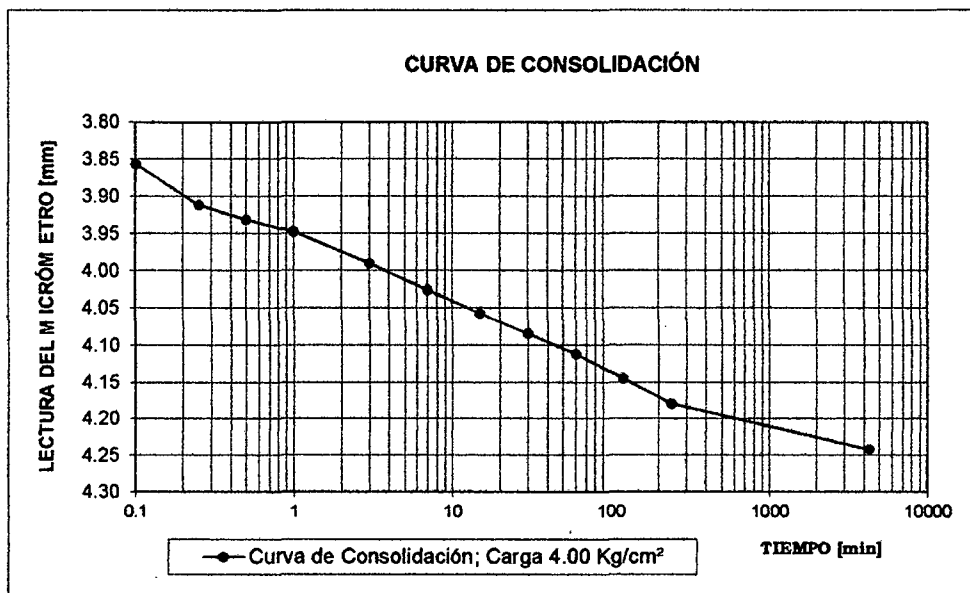
C-16

Muestra: M - 1(1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Carga = 4.00 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
03/04/2014		08:04	3.542	3.722	3.632	0.00
08:08	6"	4.00	3.662	4.051	3.857	0.10
"	15"		3.725	4.098	3.912	0.25
"	30"		3.741	4.122	3.932	0.50
08:09	1'		3.758	4.137	3.948	1
08:11	2'		3.795	4.185	3.990	3
08:15	4'		3.829	4.223	4.026	7
08:23	8'		3.854	4.260	4.057	15
08:38	15'		3.878	4.290	4.084	30
09:08	30'		3.901	4.323	4.112	60
10:08	60'		3.930	4.360	4.145	120
12:08	120'		3.961	4.398	4.180	240
04/04/2014		07:31	4.016	4.468	4.242	4320



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belón, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA: 20/05/14

Muestra: M - 1(1.50 mts.)

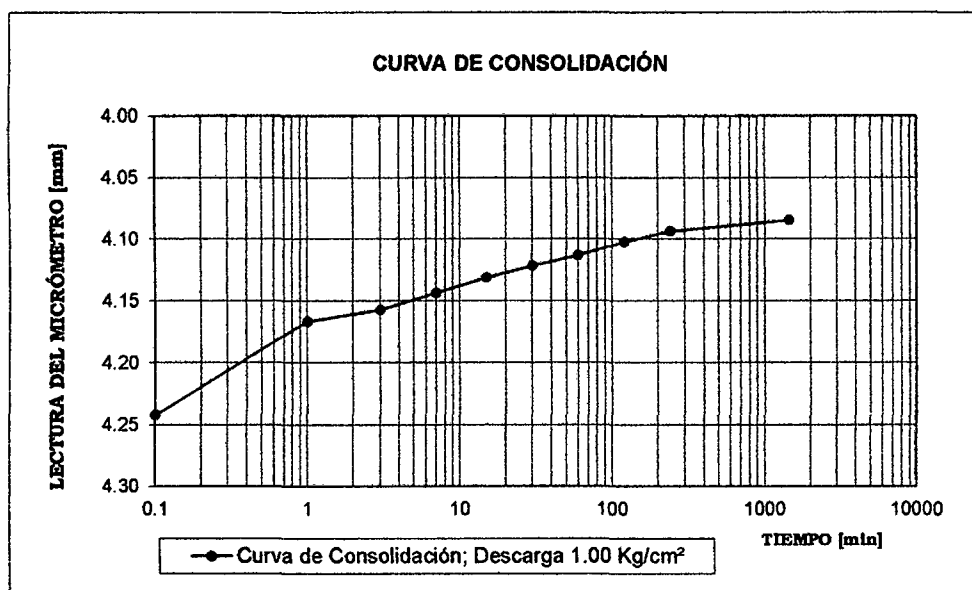
Sondeo N°

C-16

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Descarga = 1.00 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
04/04/2014		07:31	4.016	4.468	4.242	0
08:03	1'	1.00	3.971	4.362	4.167	1
08:05	2'		3.965	4.349	4.157	3
08:09	4'		3.958	4.329	4.144	7
08:17	8'		3.951	4.315	4.131	15
08:32	15'		3.947	4.302	4.122	30
09:02	30'		3.941	4.291	4.113	60
10:02	60'		3.935	4.283	4.103	120
12:02	120'		3.922	4.269	4.094	240
07/04/2014		07:21	3.918	4.251	4.085	1440



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA: 20/05/14

Sondeo N°

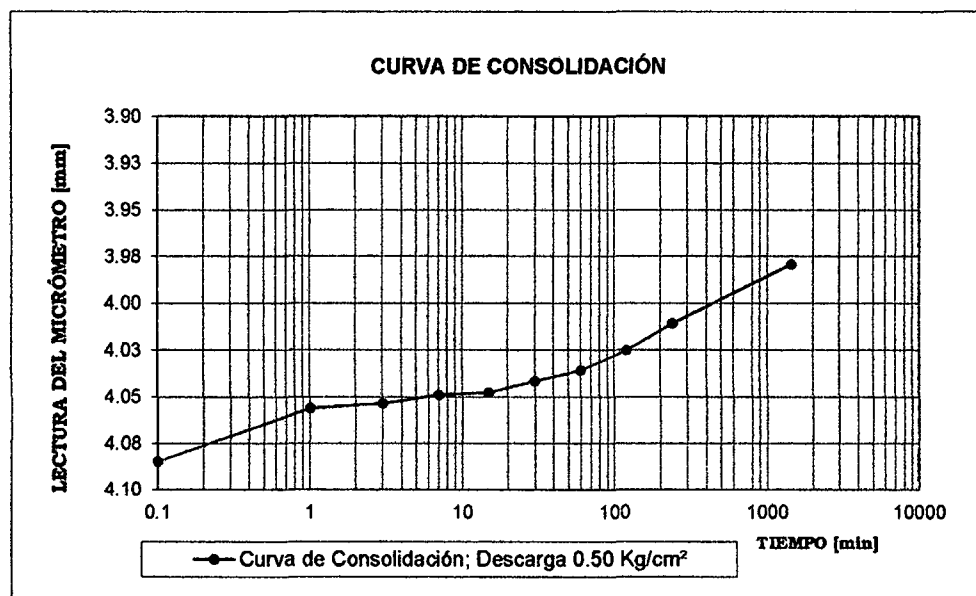
C-16

Muestra: M - 1(1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Descarga = 0.50 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
07/04/2014		07:21	3.918	4.251	4.085	0
07:31	1'	0.50	3.899	4.213	4.056	1
07:33	2'		3.898	4.209	4.054	3
07:37	4'		3.895	4.203	4.049	7
07:45	8'		3.895	4.200	4.048	15
08:00	15'		3.891	4.192	4.042	30
08:30	30'		3.889	4.182	4.036	60
09:30	60'		3.881	4.169	4.025	120
11:30	120'		3.869	4.152	4.011	240
08/04/2014		07:23	3.843	4.115	3.979	1440



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA: 20/05/14

Sondeo N°

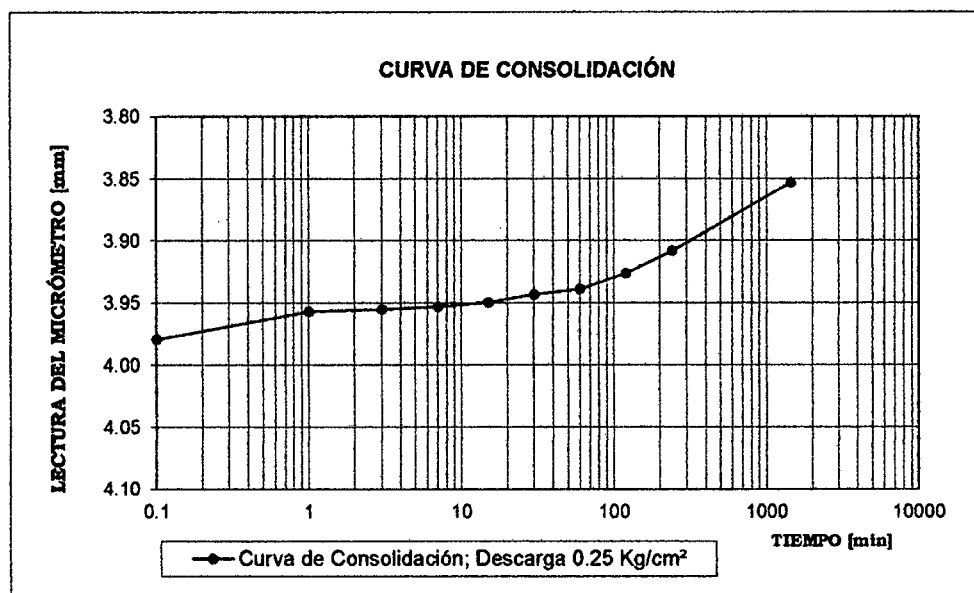
C-16

Muestra: M - 1(1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Descarga = 0.25 kg/cm^2

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
08/04/2014		07:23	3.843	4.115	3.979	0
07:25	1'	0.25	3.831	4.082	3.957	1
07:27	2'		3.830	4.080	3.955	3
07:31	4'		3.829	4.077	3.953	7
07:39	8'		3.828	4.071	3.950	15
07:54	15'		3.821	4.065	3.943	30
08:24	30'		3.819	4.058	3.939	60
09:24	60'		3.811	4.041	3.926	120
11:24	120'		3.798	4.018	3.908	240
09/04/2014		07:26	3.752	3.954	3.853	1440



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA: 20/05/14

Sondeo N°

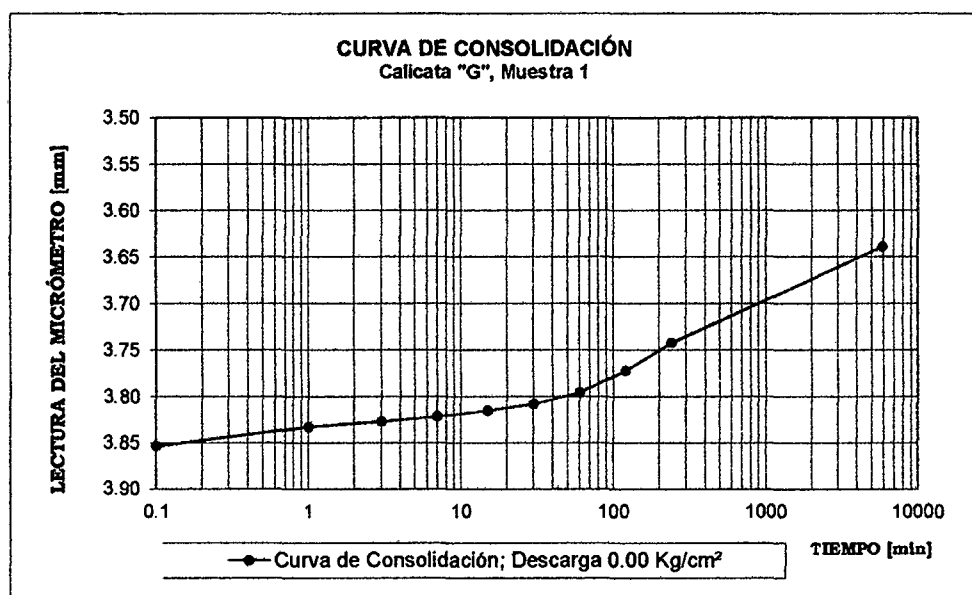
C-16

Muestra: M - 1(1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Descarga = 0.00 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
09/04/2014		07:26	3.752	3.954	3.853	0
07:28	1'	0.00	3.740	3.925	3.833	1
07:30	2'		3.735	3.918	3.827	3
07:34	4'		3.732	3.910	3.821	7
07:42	8'		3.729	3.901	3.815	15
07:57	15'		3.725	3.890	3.808	30
08:27	30'		3.718	3.873	3.796	60
09:27	60'		3.701	3.843	3.772	120
11:27	120'		3.679	3.805	3.742	240
10/04/2014		07:41	3.579	3.698	3.639	5880



PROYECTO TESIS: "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San Borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA: 20/05/2014

Muestra: M - 1 (1.50 mts.)

CALICATA "C-17"

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD	Antes	Después
Anillo y vidrio	186	186
Peso de tara + suelo seco [gr]	384.11	384.11
Peso de tara + suelo húmedo [gr]	440.54	443.86
Peso del agua [gr]	56.43	59.75
Peso de tara [gr]	165.7	165.7
Peso de suelo seco [gr]	218.41	218.41
Contenido de humedad [%]	25.84	27.36

DATOS DE ANILLO

Número : 186
 Diámetro : 8.78 cm
 Área : 60.55 cm²
 Altura [H₁] : 23.90 mm

CÁLCULO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA (Gs):

DATOS DE FIOLA

Número : 5
 Peso fiola : 91.9 gr
 Peso fiola + suelo seco : 173.8 gr
 Peso suelo seco : 82.0 gr
 Peso fiola + suelo seco + agua : 388.70 gr
 Peso fiola + agua : 340.4 gr

⇒ **Gs = 2.43 gr/cm³**

H1(alt. Inic.) = 23.90 mm
 Hf(alt. Final) = 24.60 mm

Gravedad específica de sólidos [Gs] : 2.43 gr/cm³
 Altura de sólidos [Hs] : 14.845 mm

Variac. en la altura de la muestra del principio al final del ensayo :

D= H= 0.70 mm

Altura final de la muestra : $H_2 = (H_1 - H)$ = 23.20 mm
 Altura inicial del agua : $HW_1 = (W\%_1 * H_s * G_s)$ = 9.32 mm
 Altura final del agua : $HW_2 = (W\%_2 * H_s * G_s)$ = 9.87 mm
 Relación de vacíos inicial : $e_1 = (H_1 - H_s) / H_s$ = 0.610
 Relación de vacíos final : $e_2 = (H_2 - H_s) / H_s$ = 0.563
 Grado de saturación inicial : $GW_1 = HW_1 / (H_1 - H_s)$ = 102.93 %
 Grado de saturación final : $GW_1 = HW_2 / (H_2 - H_s)$ = 118.12 %

PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

Muestra: M - 1(1.50 mts.)
Consolidómetro N°: 186

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE
FECHA: 20/05/2014

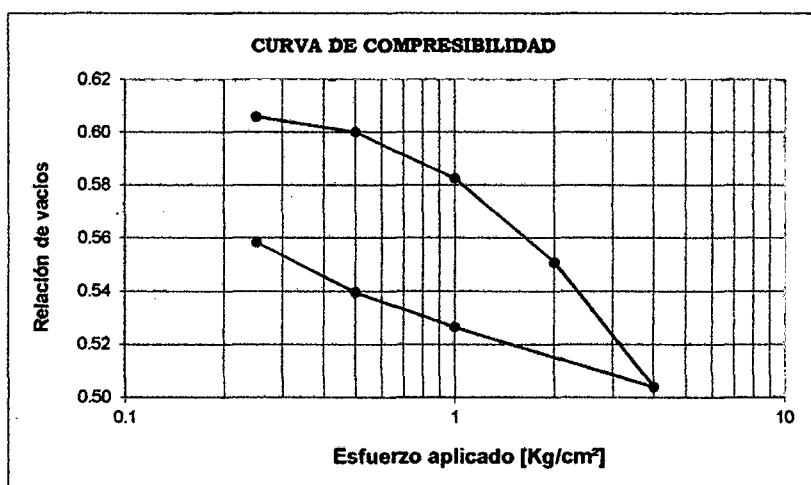
RESUMEN: PROCESAMIENTO DE DATOS Y CÁLCULOS

$$H_s = 14.845 \text{ mm}$$

C-17

$$e_1 = 0.610$$

Fecha	Estado del consolidóm.	Presión P [Kg/cm²]	Lectura de micrómetro [mm]	Deformación [mm]	Correcc. por compresión [mm]	Deformación corregida (d) [mm]	d / Hs	Relación de vacíos e=e1-(d/Hs)
02/04/2014	CARGA		2.768					
03/04/2014		0.25	2.853	0.085	0.026	0.059	0.0040	0.606
04/04/2014		0.50	2.954	0.186	0.040	0.146	0.0098	0.600
07/04/2014		1.00	3.238	0.471	0.062	0.409	0.0275	0.582
08/04/2014		2.00	3.732	0.965	0.088	0.877	0.0590	0.551
09/04/2014		4.00	4.459	1.692	0.118	1.574	0.1060	0.504
10/04/2014	DESCARGA	1.00	4.117	1.349	0.112	1.237	0.0833	0.527
11/04/2014		0.50	3.911	1.143	0.099	1.044	0.0703	0.540
15/04/2014		0.25	3.622	0.854	0.090	0.764	0.0515	0.558
16/04/2014		0.00	3.457	0.689	0.078	0.611	0.0412	0.569

**COEFICIENTE DE COMPRESIBILIDAD**

$$\Delta e = 0.551$$

$$\Delta P = 0.504$$

$$A_v = \Delta e / \Delta P$$

$$A_v = 1.093166171$$

COEFICIENTE DE VARIACIÓN VOLUMÉTRICA

$$A_v = 1.093$$

$$e_1 = 0.610$$

$$M_v = A_v / (1 + e_1)$$

$$M_v = 0.6790$$

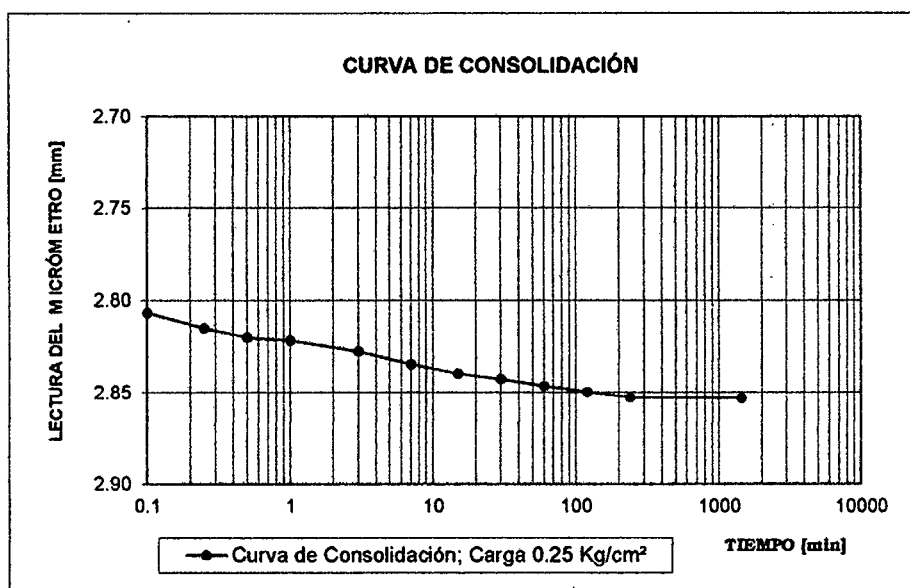
PROYECTO TESIS: "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE
FECHA: 20/05/2014
Muestra: M - 1 (1.50 mts.)

Sondeo N° **C-17**

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN
Carga = 0,25 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
02/04/2014		07:38	2.809	2.726	2.768	0.00
07:40	6"	0.25	2.852	2.761	2.807	0.10
"	15"		2.865	2.765	2.815	0.25
"	30"		2.871	2.769	2.820	0.50
07:41	1'		2.873	2.770	2.822	1
07:43	2'		2.882	2.773	2.828	3
07:47	4'		2.891	2.778	2.835	7
07:55	8'		2.898	2.781	2.840	15
08:10	15'		2.903	2.782	2.843	30
08:40	30'		2.909	2.784	2.847	60
09:40	60'		2.914	2.785	2.850	120
11:40	120'		2.919	2.786	2.853	240
03/04/2014		07:47	2.920	2.786	2.853	1440



PROYECTO TESIS: "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA: 20/05/2014

Muestra: M - 1 (1.50 mts.)

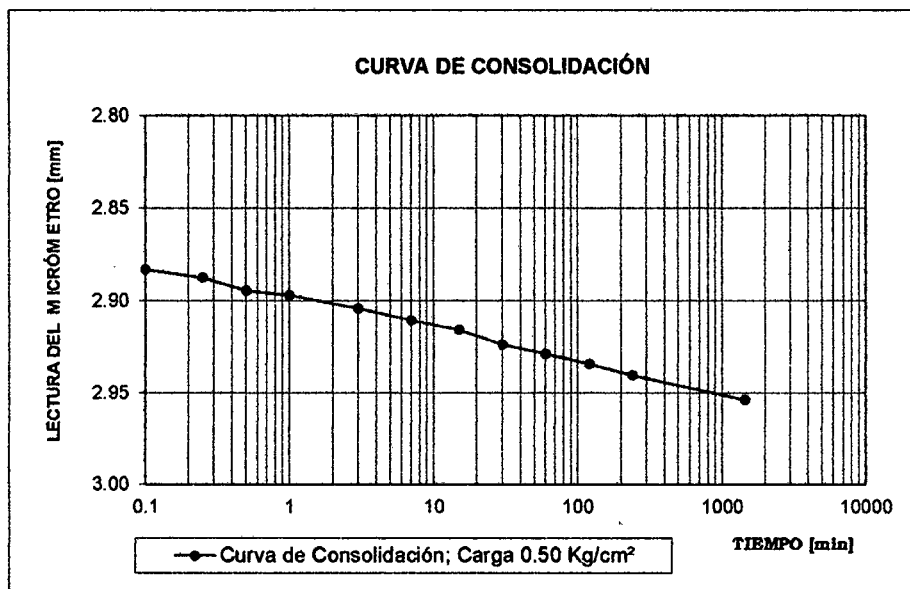
Sondeo N°

C-17

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Carga = 0,50 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
03/04/2014		07:47	2.920	2.786	2.853	0.00
07:50	6"	0.50	2.955	2.811	2.883	0.10
"	15"		2.963	2.812	2.888	0.25
"	30"		2.971	2.818	2.895	0.50
07:51	1'		2.974	2.820	2.897	1
07:53	2'		2.983	2.825	2.904	3
07:57	4'		2.991	2.830	2.911	7
08:05	8'		2.998	2.833	2.916	15
08:20	15'		3.008	2.839	2.924	30
08:50	30'		3.015	2.842	2.929	60
09:50	60'		3.023	2.845	2.934	120
11:50	120'		3.031	2.849	2.940	240
04/04/2014		07:18	3.051	2.856	2.954	1440



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA: 20/05/2014

Muestra: M - 1 (1.50 mts.)

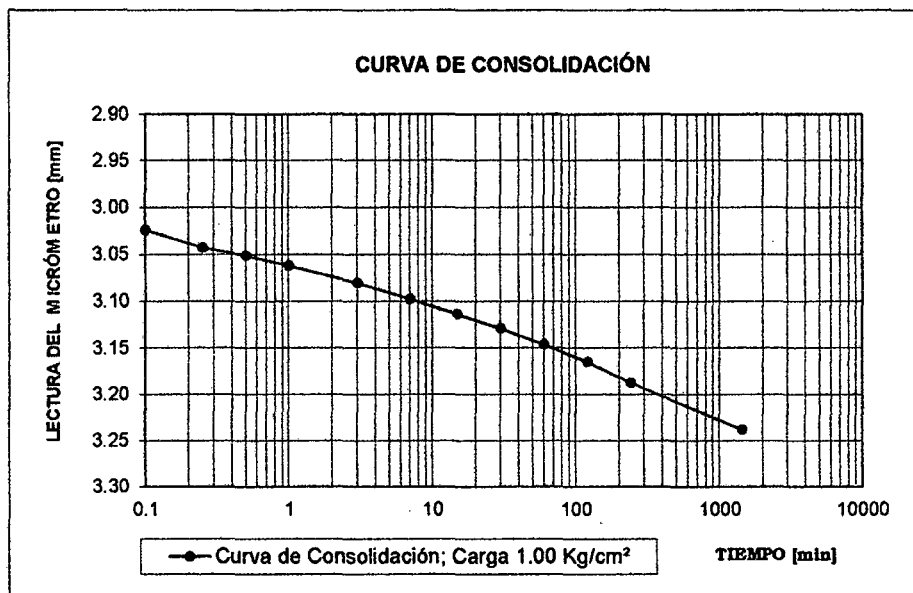
Sondeo N°

C-17

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Carga = 1.00 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
04/04/2014		07:18	3.051	2.856	2.954	0.00
07:20	6"	1.00	3.113	2.935	3.024	0.10
"	15"		3.135	2.951	3.043	0.25
"	30"		3.142	2.960	3.051	0.50
07:21	1'		3.153	2.971	3.062	1
07:23	2'		3.172	2.989	3.081	3
07:27	4'		3.190	3.005	3.098	7
07:35	8'		3.208	3.019	3.114	15
07:50	15'		3.225	3.032	3.129	30
08:20	30'		3.242	3.050	3.146	60
09:20	60'		3.261	3.068	3.165	120
11:20	120'		3.278	3.097	3.188	240
07/04/2014		07:20	3.331	3.145	3.238	1440



PROYECTO TESIS: "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA: 20/05/2014

Muestra: M - 1 (1.50 mts.)

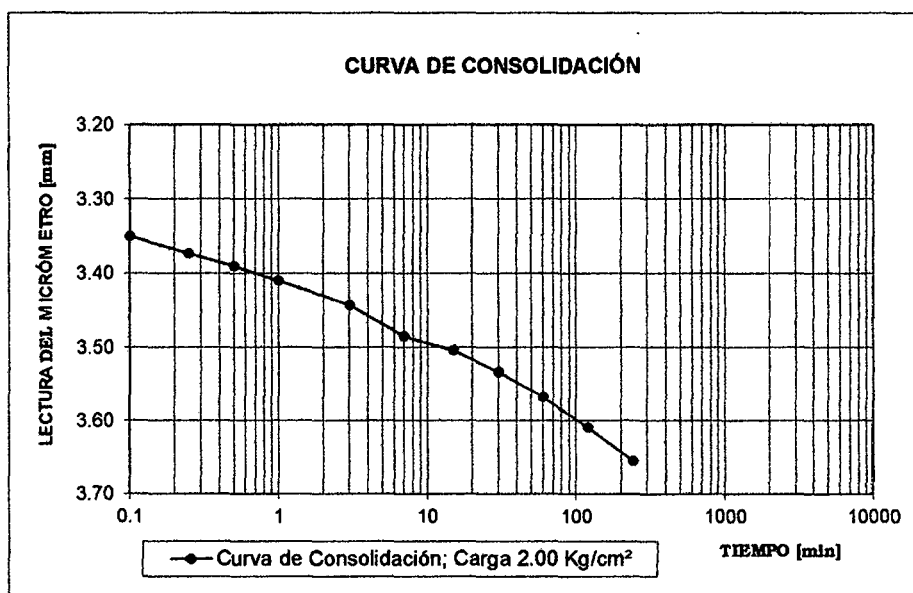
Sondeo N°

C-17

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Carga = 2.00 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
07/04/2014		07:45	3.331	3.145	3.238	0.00
07:24	6"	2.00	3.430	3.270	3.350	0.10
"	15"		3.455	3.292	3.374	0.25
"	30"		3.471	3.310	3.391	0.50
07:25	1'		3.489	3.331	3.410	1
07:27	2'		3.521	3.365	3.443	3
07:31	4'		3.568	3.402	3.485	7
07:39	8'		3.580	3.428	3.504	15
07:54	15'		3.608	3.458	3.533	30
08:24	30'		3.642	3.492	3.567	60
09:24	60'		3.680	3.538	3.609	120
11:24	120'		3.728	3.581	3.655	240
08/04/2014		07:26	3.804	3.660	3.732	5912



PROYECTO TESIS: "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA: 20/05/2014

Sondeo N°

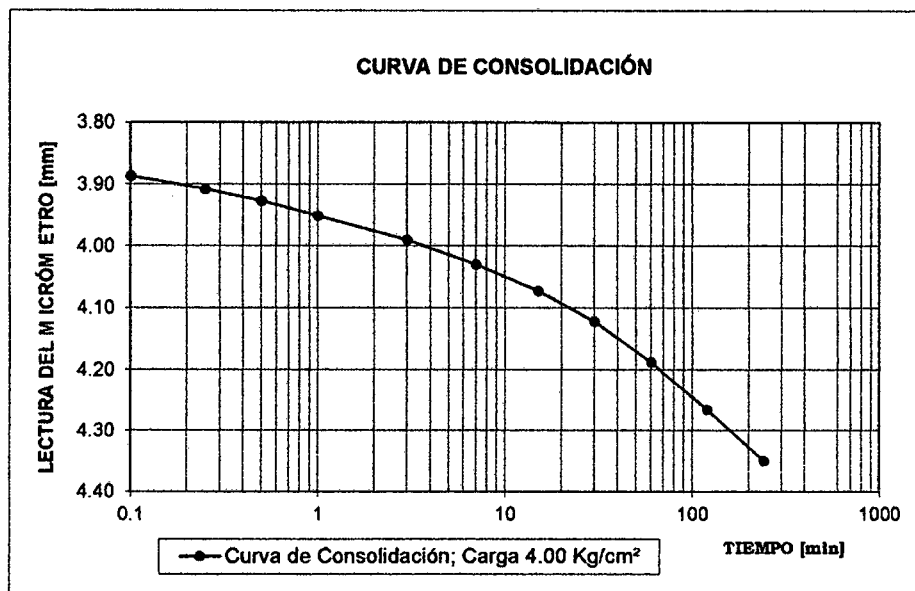
C-17

Muestra: M - 1 (1.50 mts.)

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Carga = 4.00 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
08/04/2014		07:26	3.804	3.660	3.732	0.00
07:35	6"	4.00	3.951	3.821	3.886	0.10
"	15"		3.972	3.843	3.908	0.25
"	30"		3.993	3.861	3.927	0.50
07:36	1'		4.019	3.882	3.951	1
07:38	2'		4.059	3.920	3.990	3
07:42	4'		4.099	3.960	4.030	7
07:50	8'		4.143	4.001	4.072	15
08:05	15'		4.192	4.050	4.121	30
08:35	30'		4.260	4.114	4.187	60
09:35	60'		4.342	4.189	4.266	120
11:35	120'		4.429	4.269	4.349	240
09/04/2014		07:14	4.545	4.373	4.459	4197



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA: 20/05/2014

Muestra: M - 1 (1.50 mts.)

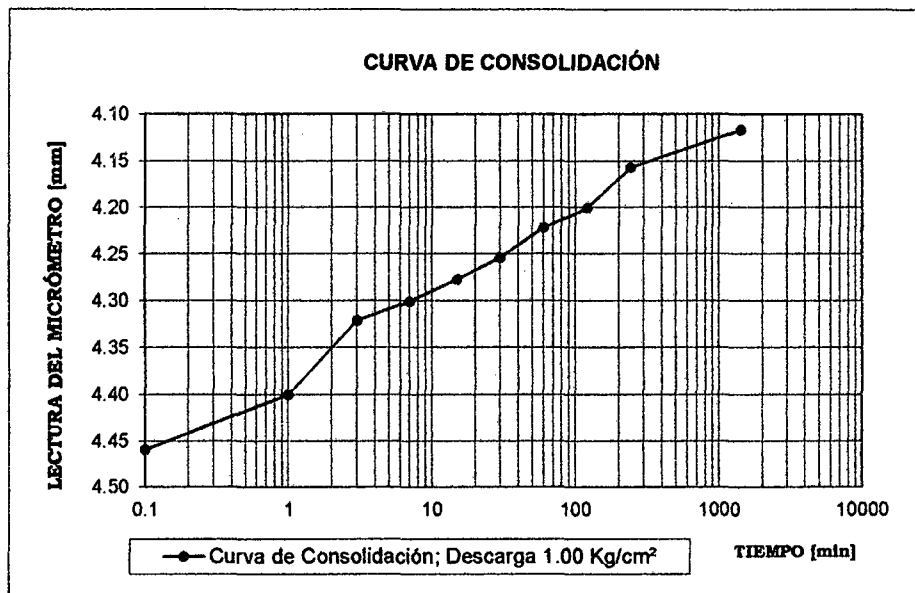
Sondeo N°

C-17

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Descarga = 1.00 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
09/04/2014		07:14	4.545	4.373	4.459	0
07:17	1'	1.00	4.449	4.351	4.400	1
07:19	2'		4.419	4.223	4.321	3
07:23	4'		4.399	4.202	4.301	7
07:31	8'		4.375	4.179	4.277	15
07:46	15'		4.352	4.155	4.254	30
08:16	30'		4.322	4.121	4.222	60
09:16	60'		4.312	4.089	4.201	120
11:16	120'		4.258	4.055	4.157	240
10/04/2014		07:34	4.218	4.015	4.117	1411



PROYECTO TESIS:

"Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA : 20/05/2014

Muestra: M - 1 (1.50 mts.)

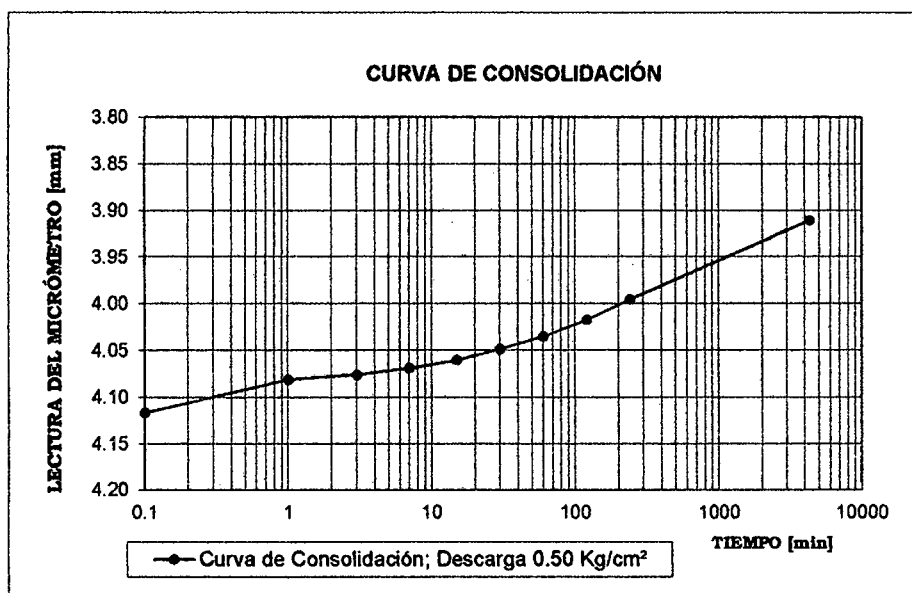
Sondeo N°

C-17

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Descarga = 0.50 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
10/04/2014		07:34	4.218	4.015	4.117	0
07:37	1'	0.50	4.181	3.981	4.081	1
07:39	2'		4.176	3.976	4.076	3
07:43	4'		4.169	3.969	4.069	7
07:51	8'		4.161	3.960	4.061	15
08:06	15'		4.149	3.948	4.049	30
08:36	30'		4.138	3.932	4.035	60
09:36	60'		4.120	3.915	4.018	120
11:36	120'		4.095	3.895	3.995	240
11/04/2014		07:36	4.011	3.810	3.911	4320



PROYECTO TESIS: "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA: 20/05/2014

Muestra: M - 1 (1.50 mts.)

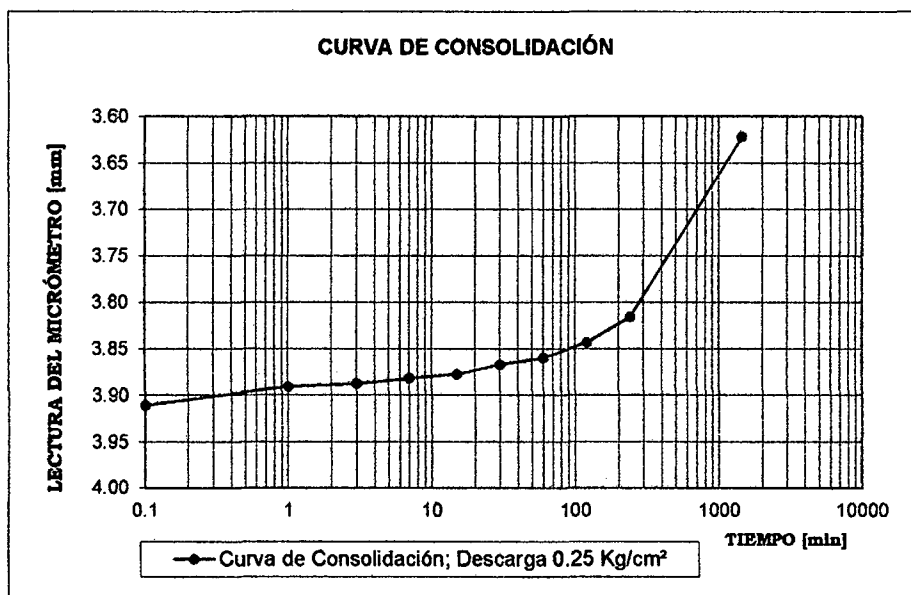
Sondeo N°

C-17

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Descarga = 0.25 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
11/04/2014		07:36	4.011	3.810	3.911	0
07:37	1'	0.25	3.991	3.790	3.891	1
07:39	2'		3.987	3.788	3.888	3
07:43	4'		3.981	3.782	3.882	7
07:51	8'		3.977	3.778	3.878	15
08:06	15'		3.965	3.769	3.867	30
08:36	30'		3.958	3.761	3.860	60
09:36	60'		3.939	3.748	3.844	120
11:36	120'		3.910	3.721	3.816	240
15/04/2014		07:51	3.714	3.529	3.622	1440



PROYECTO TESIS: "Zonificación del suelo subyacente, para el diseño de cimentaciones de los sectores: Miraflores, San Isidro, San borja y centro poblado Torres Belon, del distrito de Pomalca - Chiclayo - Lambayeque"

UBICACIÓN: POMALCA-CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA: 20/05/2014

Muestra: M - 1 (1.50 mts.)

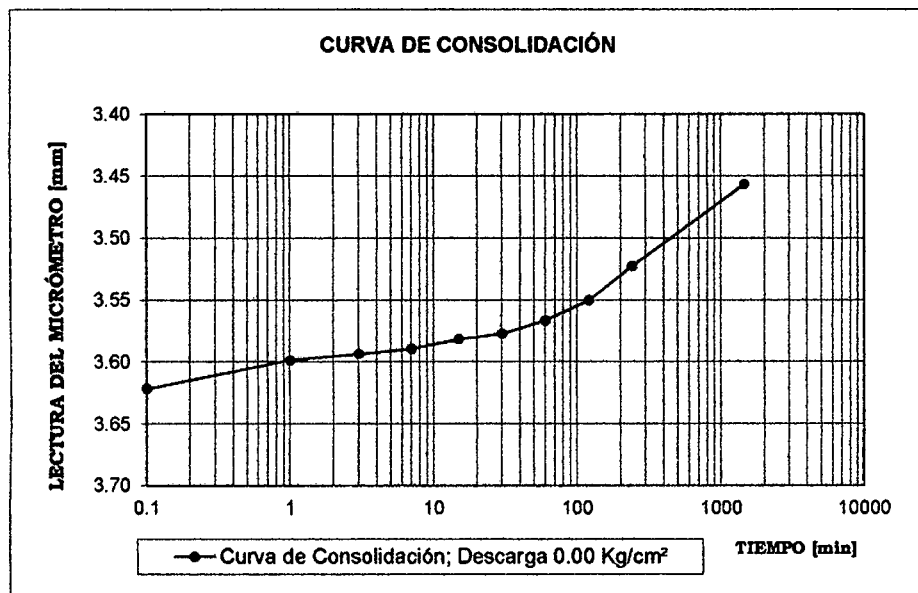
Sondeo N°

C-17

TABULACIÓN DE DATOS PARA LA CURVA DE CONSOLIDACIÓN

Descarga = 0.00 kg/cm²

FECHA HORA	Δt	CARGA	LECTURA INDICADOR		LECTURA PROMEDIO	TIEMPO [min]
			IZQUIERDA	DERECHA		
15/04/2014		07:51	3.714	3.529	3.622	0
07:53	1'	0.00	3.695	3.502	3.599	1
07:55	2'		3.689	3.498	3.594	3
07:59	4'		3.687	3.492	3.590	7
08:07	8'		3.680	3.483	3.582	15
08:22	15'		3.675	3.479	3.577	30
08:52	30'		3.665	3.468	3.567	60
09:52	60'		3.650	3.450	3.550	120
11:52	120'		3.623	3.422	3.523	240
16/04/2014		07:20	3.612	3.301	3.457	1440



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Calicata: C-1
Ubicación: : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque
Profundidad: 1.50 m
Fecha: 28 de abril del 2014

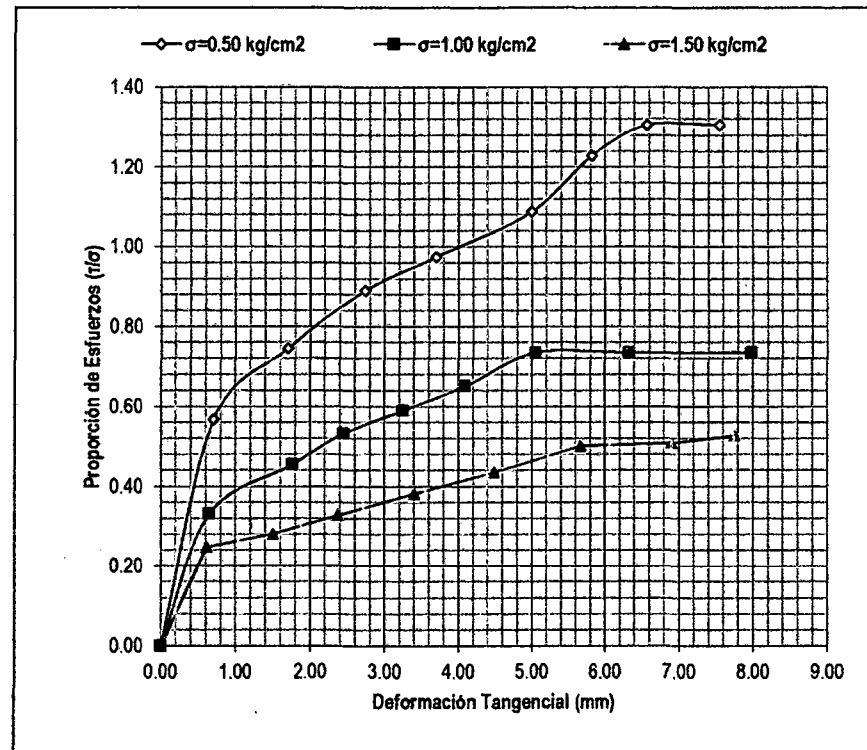
Estrato E-2
Tipo de Suelo: Arcilla Inorganica de Baja Plasticidad (CL)

[illegible]

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

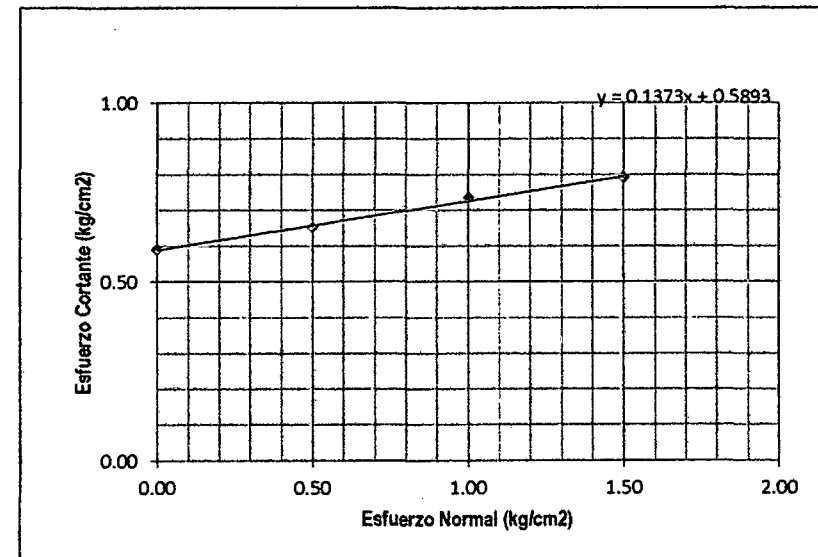
Calicata: C-1 **Estrato:** E-2
Ubicación: : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque **Tipo de Suelo:** (CL)
Profundidad: 1.50 m
Fecha: 28 de abril del 2014

Espécimen	Peso Volumen Seco (gr/cm ³)	Esfuerzo Normal (kg/cm ²)	Proporción de Esfuerzos	Humedad Natural	Esf. de Corte (kg/cm ²)
1	1.469	0.50	1.31	28.50	0.653
2	1.420	1.00	0.73	30.69	0.735
3	1.466	1.50	0.53	30.75	0.791



Cohesión (c): 0.59 kg/cm²

Ang. De fricción Interna (φ): 7.9 Grados



CARGA APLICADA PARA EDIFICACION DE 3 NIVELES

CAL N°	CLASIF SUCS	γ seco kg/m ³	ω %	γ nat kg/m ³	c kg/m ²	ϕ grados	γ sat kg/m ³	FALLA POR CORTE LOCAL				CIMIENTO CONTINUO			CIMIENTO CUADRADO		
												qd = c' N'c + γ Df N'q + 0.5 γ B N' γ			qd = 1.3 c' N'c + γ Df N'q + 0.4 γ B N' γ		
								N'c	N'q	N' γ	D _f (m)	B (m)	q _d (kg/cm ²)	q _{adm} (kg/cm ²)	B x B (m)	q _d (kg/cm ²)	q _{adm} (kg/cm ²)
C 1	CL	1451.54	29.98	1886.71	5900.00	7.90	1898.99	7.45	1.69	0.60	0.80	1.20	3.25	1.08	1.80	4.15	1.38
	CL										1.20	1.20	3.38	1.13	1.80	4.27	1.42
	CL										1.50	1.20	3.48	1.16	1.80	4.37	1.46
	CL										2.00	1.20	3.64	1.21	1.80	4.53	1.51

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Calicata: C-3
Ubicación: : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque
Profundidad: 1.50 m
Fecha: 28 de abril del 2014

Estrato E-2
Tipo de Suelo: Arcilla Inorganica de Baja Plasticidad (CL)

[illegible]

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Calicata: C-3

Estrato **E-2**

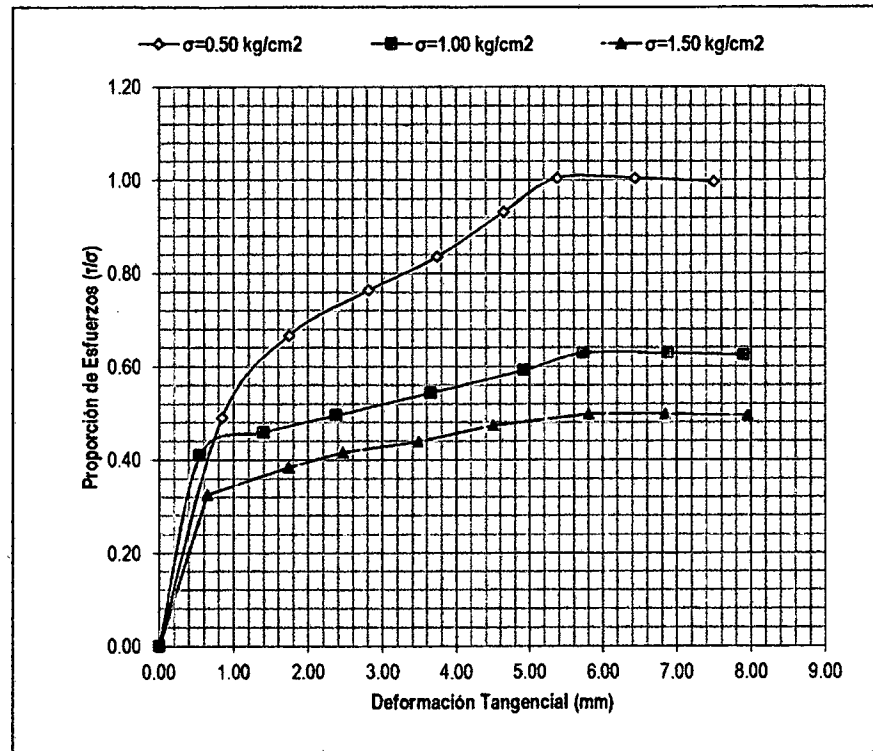
Ubicación: : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

Tipo de Suelo: (CL)

Profundidad: 1.50 m

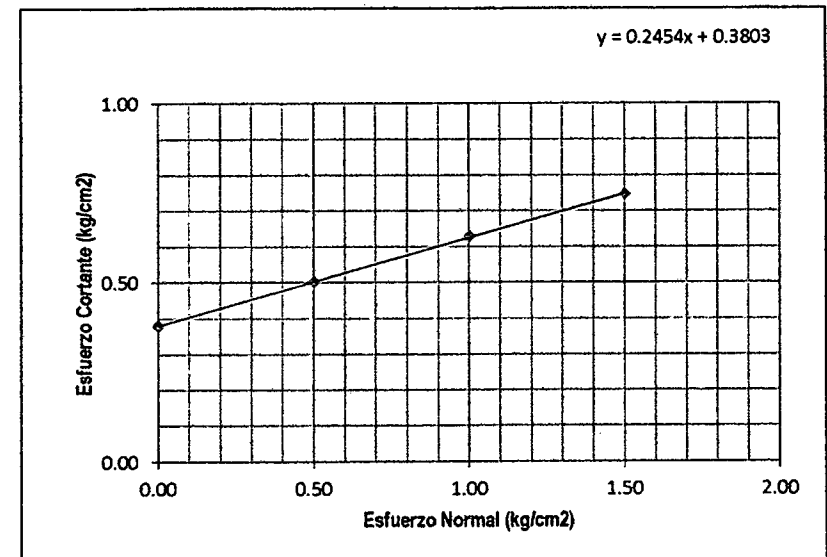
Fecha: 28 de abril del 2014

Espécimen	Peso Volumen Seco (gr/cm ³)	Esfuerzo Normal (kg/cm ²)	Proporción de Esfuerzos	Humedad Natural	Esf. de Corte (kg/cm ²)
1	1.583	0.50	1.00	18.55	0.502
2	1.569	1.00	0.63	18.87	0.628
3	1.546	1.50	0.50	18.34	0.747



Cohesión (c): 0.38 kg/cm2

Ang. De fricción Interna (ϕ): 13.75 Grados



CARGA APLICADA PARA EDIFICACION DE 3 NIVELES

CAL N °	CLASIF SUCS	γ seco kg/m ³	ω %	γ nat kg/m ³	c kg/m ²	ϕ grados	γ sat kg/m ³	FALLA POR CORTE LOCAL				CIMIENTO CONTINUO			CIMIENTO CUADRADO		
												qd = c' N'c + γ Df N'q + 0.5 γ B N' γ			qd = 1.3 c' N'c + γ Df N'q + 0.4 γ B N' γ		
								N'c	N'q	N' γ	D _r (m)	B (m)	q _d (kg/cm ²)	q _{adm} (kg/cm ²)	B x B (m)	q _d (kg/cm ²)	q _{adm} (kg/cm ²)
C 3	CL	1565.93	18.59	1857.04	3800.00	13.75	1911.35	9.22	2.50	1.41	0.80	1.20	2.88	0.96	1.80	3.61	1.20
	CL										1.20	1.20	3.07	1.02	1.80	3.80	1.27
	CL										1.50	1.20	3.22	1.07	1.80	3.95	1.32
	SM-SC										2.00	1.20	3.45	1.15	1.80	4.19	1.40

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Calicata: C-07
Ubicación: : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque
Profundidad: 1.50 m
Fecha: 05 de mayo del 2014

Estrato E-2
Tipo de Suelo: Arcilla Inorganica de Baja Plasticidad (CL)

[illegible]

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Calicata: C-07

Estrato: E-2

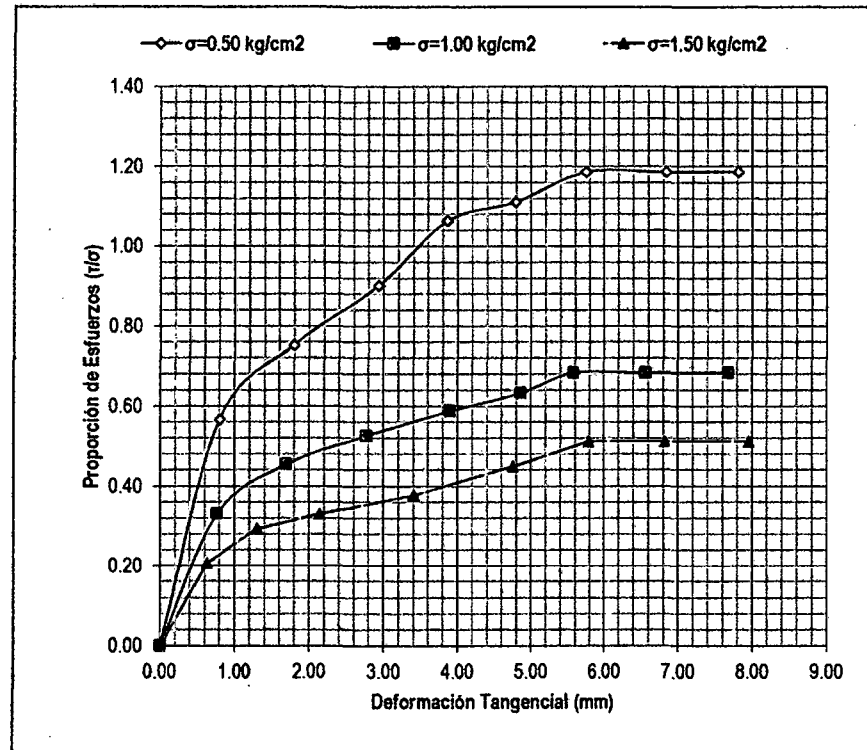
Ubicación: : Distrito Pomalca - Chiolayo - Lambayeque

Tipo de Suelo: (CL)

Profundidad: 1.50 m

Fecha: 05 de mayo del 2014

Espécimen	Peso Volumen Seco (gr/cm ³)	Esfuerzo Normal (kg/cm ²)	Proporción de Esfuerzos	Humedad Natural	Esf. de Corte (kg/cm ²)
1	1.584	0.50	1.19	19.58	0.593
2	1.615	1.00	0.68	18.06	0.683
3	1.578	1.50	0.51	19.01	0.768

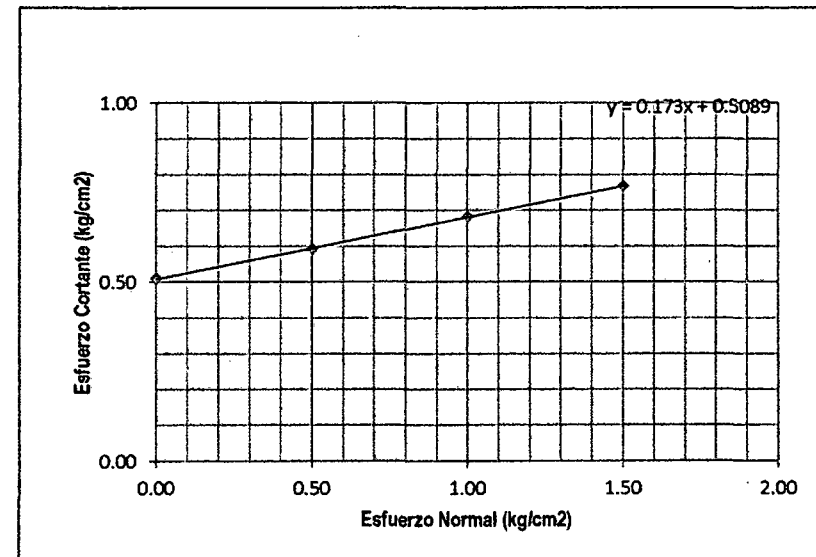


Cohesión (c):

0.51 kg/cm²

Ang. De fricción Interna (φ):

9.94 Grados



CARGA APLICADA PARA EDIFICACION DE 3 NIVELES

CAL N°	CLASIF SUCS	γ seco kg/m ³	ω %	γ nat kg/m ³	c kg/m ²	ϕ grados	γ sat kg/m ³	FALLA POR CORTE LOCAL				CIMIENTO CONTINUO			CIMIENTO CUADRADO		
												qd = c' N'c + γ Df N'q + 0.5 γ B N'γ			qd = 1.3 c' N'c + γ Df N'q + 0.4 γ B N'γ		
								N'c	N'q	N'γ	D _f (m)	B (m)	q _d (kg/cm ²)	q _{adm} (kg/cm ²)	B x B (m)	q _d (kg/cm ²)	q _{adm} (kg/cm ²)
C 7	CL	1592.53	18.88	1893.20	5100.00	9.94	1929.59	8.01	1.94	0.84	0.80	1.20	3.12	1.04	1.80	3.95	1.32
	CL										1.20	1.20	3.27	1.09	1.80	4.10	1.37
	CL										1.50	1.20	3.38	1.13	1.80	4.22	1.41
	CL										2.00	1.20	3.57	1.19	1.80	4.40	1.47

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Calicata: C-13
Ubicación: : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque
Profundidad: 1.50 m
Fecha: 05 mayo del 2014

Estrato **E-2**
Tipo de Suelo: Arcilla Inorganica de Baja Plasticidad (CL)

[illegible]

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Calicata: C-13

Estrato: E-2

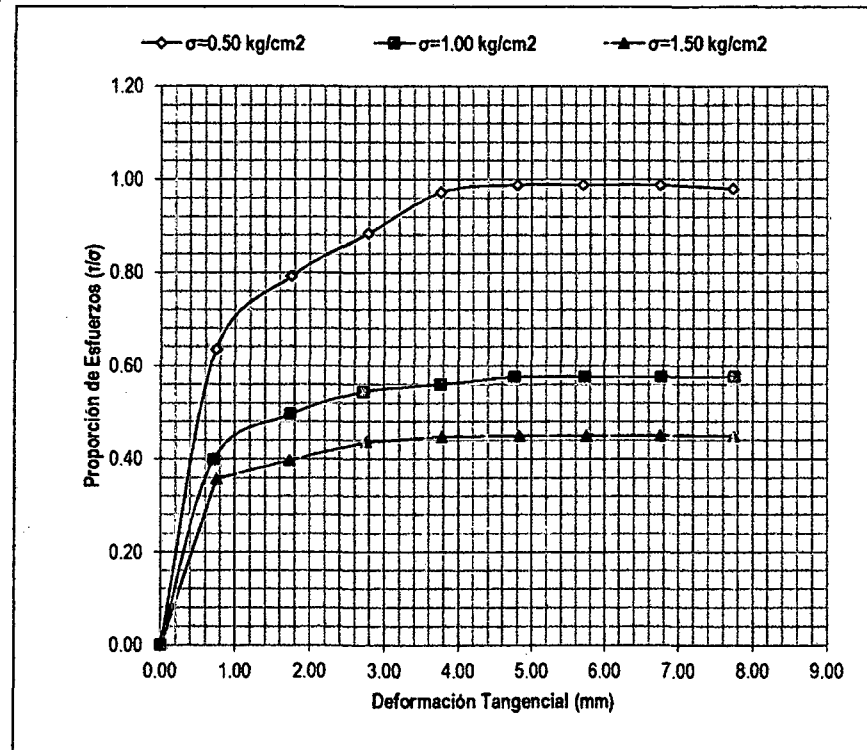
Ubicación: : Distrito Pomalca - Chilayo - Lambayeque

Tipo de Suelo: (CL)

Profundidad: 1.50 m

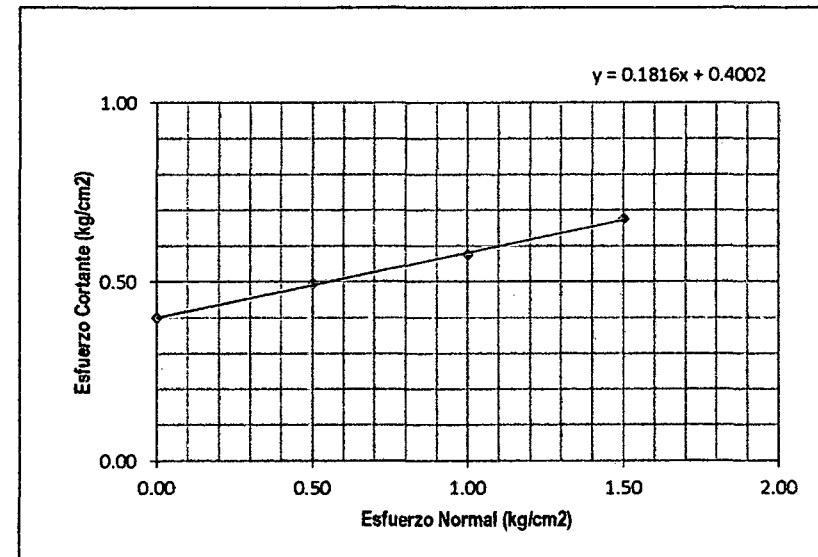
Fecha: 05 mayo del 2014

Espécimen	Peso Volumen Seco (gr/cm ³)	Esfuerzo Normal (kg/cm ²)	Proporción de Esfuerzos	Humedad Natural	Esf. de Corte (kg/cm ²)
1	1.486	0.50	0.99	26.78	0.494
2	1.483	1.00	0.58	26.23	0.576
3	1.451	1.50	0.45	26.69	0.675



Cohesión (c): 0.40 kg/cm²

Ang. De fricción Interna (φ): 10.27 Grados



CARGA APLICADA PARA EDIFICACION DE 3 NIVELES

												CIMIENTO CONTINUO			CIMIENTO CUADRADO		
CAL	CLASIF	γ seco	ω	γ nat	c	ϕ	γ sat	FALLA POR CORTE LOCAL				$q_d = c' N'c + \gamma Df N'q + 0.5 \gamma B N'\gamma$			$q_d = 1.3 c' N'c + \gamma Df N'q + 0.4 \gamma B N'\gamma$		
N°	SUCS	kg/m³	%	kg/m³	kg/m²	grados	kg/m³	N'c	N'q	N'γ	D _r (m)	B (m)	q _d (kg/cm²)	q _{adm} (kg/cm²)	B x B (m)	q _d (kg/cm²)	q _{adm} (kg/cm²)
C 13	CL	1473.18	26.57	1864.60	4000.00	10.27	1890.02	8.10	1.98	0.88	0.80	1.20	2.56	0.85	1.80	3.23	1.08
	CL										1.20	1.20	2.71	0.90	1.80	3.38	1.13
	CL										1.50	1.20	2.82	0.94	1.80	3.49	1.16
	ML										2.00	1.20	3.01	1.00	1.80	3.68	1.23

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Calicata: C-16
Ubicación: : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque
Profundidad: 1.50 m
Fecha: 02 de mayo del 2014

Estrato E-2
Tipo de Suelo: Limo inorgánico de plasticidad baja (ML)

Número de anillo							1	Número de anillo							6	Número de anillo							5
Peso de anillo (gr)							81.45	Peso de anillo (gr)							81.44	Peso de anillo (gr)							81.78
P. anillo + P. muestra hum. Natural (gr)							361.01	P. anillo + P. muestra hum. Natural (gr)							362.14	P. anillo + P. muestra hum. Natural (gr)							364.86
P. anillo + P. muestra Saturada (gr)							364.30	P. anillo + P. muestra Saturada (gr)							365.18	P. anillo + P. muestra Saturada (gr)							366.57
P. muestra seca (gr)							237.58	P. muestra seca (gr)							238.42	P. muestra seca (gr)							237.92
Contenido de humedad natural (%)							17.67	Contenido de humedad natural (%)							17.73	Contenido de humedad natural (%)							26.77
Diámetro del anillo (cm)							7.15	Diámetro del anillo (cm)							7.14	Diámetro del anillo (cm)							7.19
Altura del anillo (cm)							3.41	Altura del anillo (cm)							3.45	Altura del anillo (cm)							3.47
Area de anillo (cm ²)							40.15	Area de anillo (cm ²)							40.04	Area de anillo (cm ²)							40.60
Volumen de anillo (cm ³)							136.92	Volumen de anillo (cm ³)							136.14	Volumen de anillo (cm ³)							140.89
Densidad húmeda (gr/cm ³)							2.042	Densidad húmeda (gr/cm ³)							2.032	Densidad húmeda (gr/cm ³)							2.009
Densidad Saturada (gr/cm3)							2.066	Densidad Saturada (gr/cm3)							2.054	Densidad Saturada (gr/cm3)							2.021
Densidad Seca (gr/cm3)							1.735	Densidad Seca (gr/cm3)							1.726	Densidad Seca (gr/cm3)							1.689
Esfuerzo aplicado (kg/cm ²)							0.50	Esfuerzo aplicado (kg/cm ²)							1.00	Esfuerzo aplicado (kg/cm ²)							1.50
K (constante de la máquina)							1.6129	K (constante de la máquina)							1.6129	K (constante de la máquina)							1.6129
Tiempo	Dial Horiz.	Despla. Horiz.	Dial Corte	Fuerza Corte kg	Esf. Corte kg/cm2	t/σ	Dial Horiz.	Despla. Horiz.	Dial Corte	Fuerza Corte kg	Esf. Corte kg/cm2	t/σ	Dial Horiz.	Despla. Horiz.	Dial Corte	Fuerza Corte kg	Esf. Corte kg/cm2	t/σ					
00:00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000					
00:15	9.30	0.70	8.12	13.10	0.33	0.652	9.26	0.74	8.55	13.79	0.34	0.344	9.28	0.72	9.98	16.10	0.40	0.284					
00:30	8.29	1.71	9.15	14.76	0.37	0.735	8.29	1.71	12.45	20.08	0.50	0.502	8.23	1.77	11.25	18.15	0.45	0.298					
00:45	7.25	2.75	10.06	16.23	0.40	0.808	7.30	2.70	13.25	21.37	0.53	0.534	7.21	2.79	13.11	21.15	0.52	0.347					
01:00	6.25	3.75	11.15	17.98	0.45	0.896	6.29	3.71	14.52	23.42	0.58	0.585	6.23	3.77	14.10	22.74	0.56	0.373					
01:15	5.29	4.71	12.10	19.52	0.49	0.972	5.24	4.76	15.25	24.60	0.61	0.614	5.25	4.75	15.45	24.92	0.61	0.409					
01:30	4.28	5.72	13.48	21.74	0.54	1.083	4.24	5.76	16.10	25.97	0.65	0.649	4.19	5.81	17.85	28.79	0.71	0.473					
01:45	3.20	6.80	13.48	21.74	0.54	1.083	3.22	6.78	16.10	25.97	0.65	0.649	3.12	6.88	19.22	31.00	0.76	0.509					
02:00	2.20	7.80	13.25	21.37	0.53	1.065	2.22	7.78	16.15	26.05	0.65	0.651	2.16	7.84	19.22	31.00	0.76	0.509					

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Calicata: C-16

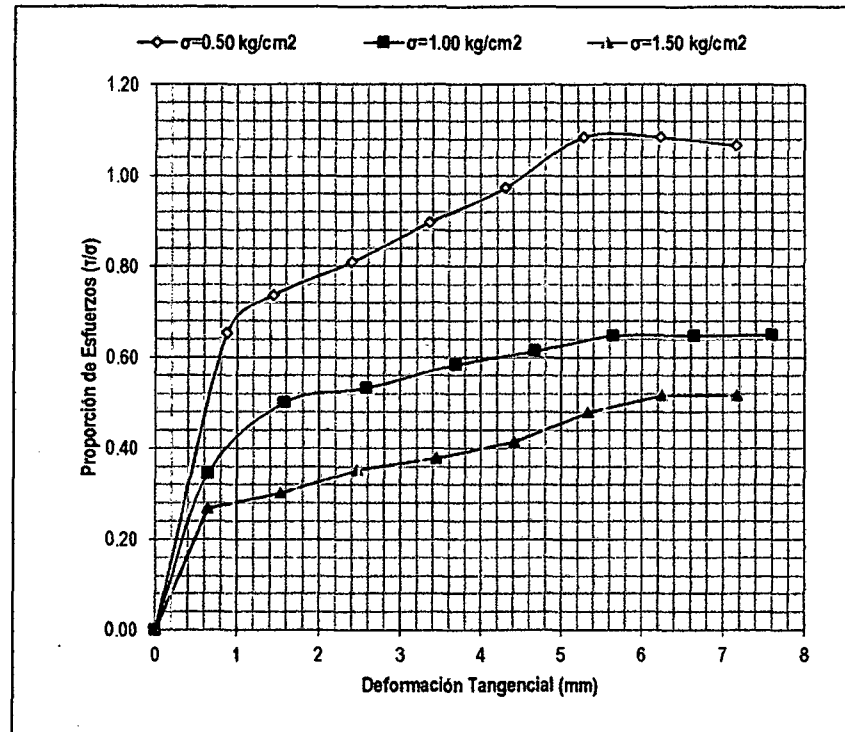
Ubicación: : Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque

Profundidad: 1.50 m

Fecha: 02 de mayo del 2014

Estrato E-2
Tipo de Suelo: (ML)

Espécimen	Peso Volumen Seco (gr/cm^3)	Esfuerzo Normal (kg/cm^2)	Proporción de Esfuerzos	Humedad Natural	Esf. de Corte (kg/cm^2)
1	1.735	0.50	1.08	17.67	0.541
2	1.726	1.00	0.65	17.73	0.651
3	1.689	1.50	0.51	26.77	0.784

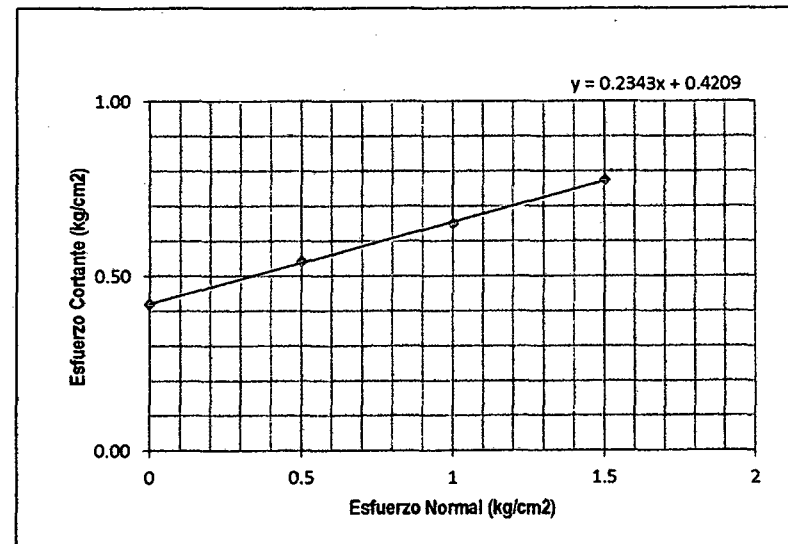


Cohesión (c):

0.43 kg/cm²

Ang. De fricción Interna (φ):

12.52 Grados



CARGA APLICADA PARA EDIFICACION DE 3 NIVELES

CAL N °	CLASIF SUCS	γ seco kg/m ³	ω %	γ nat kg/m ³	c kg/m ²	ϕ grados	γ sat kg/m ³	FALLA POR CORTE LOCAL				CIMIENTO CONTINUO			CIMIENTO CUADRADO		
								N'c	N'q	N'γ	D _f (m)	$q_d = c' N'c + \gamma D_f N'q + 0.5 \gamma B N'\gamma$			$q_d = 1.3 c' N'c + \gamma D_f N'q + 0.4 \gamma B N'\gamma$		
												B (m)	q _d (kg/cm ²)	q _{adm} (kg/cm ²)	B x B (m)	q _d (kg/cm ²)	q _{adm} (kg/cm ²)
C 16	ML	1716.64	20.72	2072.33	4300.00	12.52	2047.10	8.80	2.30	1.20	0.80	1.20	3.05	1.02	1.80	3.83	1.28
	ML										1.20	1.20	3.24	1.08	1.80	4.02	1.34
	ML										1.50	1.20	3.38	1.13	1.80	4.16	1.39
	CL										2.00	1.20	3.61	1.20	1.80	4.40	1.47

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Calicata: C-17
Ubicación: Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque
Profundidad: 1.50 m
Fecha: 02 de mayo del 2014

Estrato **E-2**
Tipo de Suelo: Arcilla Inorganica de Alta Plasticidad (CH)

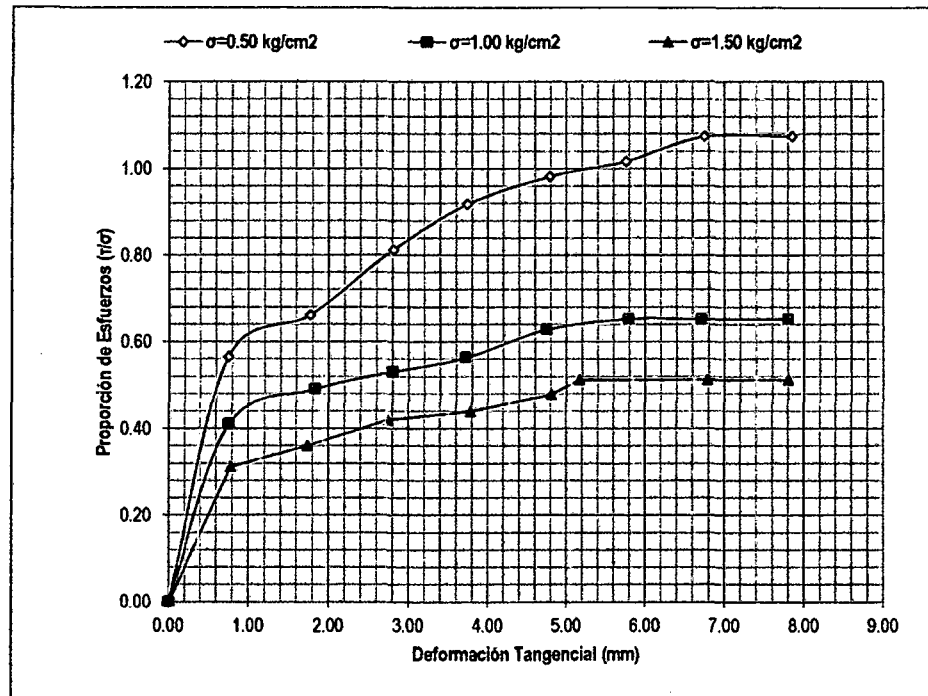
[illegible]

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Calicata: C-17
Ubicación: Distrito Pomalca - Chiclayo - Lambayeque
Profundidad: 1.50 m
Fecha: 02 de mayo del 2014

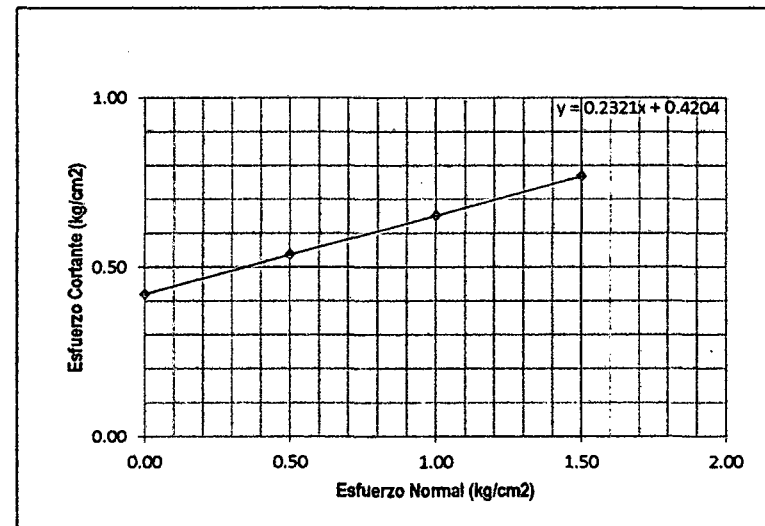
Estrato E-2
Tipo de Suelo: (CH)

Espécimen	Peso Volumen Seco (gr/cm ³)	Esfuerzo Normal (kg/cm ²)	Proporción de Esfuerzos	Humedad Natural	Esf. de Corte (kg/cm ²)
1	1.516	0.50	1.07	26.48	0.537
2	1.566	1.00	0.65	23.83	0.653
3	1.574	1.50	0.51	22.16	0.768



Cohesión (c): 0.42 kg/cm²

Ang. De fricción Interna (ϕ): 13.02 Grados



CARGA APLICADA PARA EDIFICACION DE 3 NIVELES

CAL N°	CLASIF SUCS	γ seco kg/m ³	ω %	γ nat kg/m ³	c kg/m ²	ϕ grados	γ sat kg/m ³	FALLA POR CORTE LOCAL				CIMIENTO CONTINUO			CIMIENTO CUADRADO		
												qd = c' N'c + γ Df N'q + 0.5 γ B N'γ			qd = 1.3 c' N'c + γ Df N'q + 0.4 γ B N'γ		
								N'c	N'q	N'γ	D _f (m)	B (m)	q _d (kg/cm ²)	q _{adm} (kg/cm ²)	B x B (m)	q _d (kg/cm ²)	q _{adm} (kg/cm ²)
C 17	RELLENO	1552.04	24.16	1927.01	4200.00	13.02	1890.02	8.97	2.38	1.28	0.80	1.20	3.02	1.01	1.80	3.80	1.27
	CH										1.20	1.20	3.20	1.07	1.80	3.98	1.33
	CH										1.50	1.20	3.33	1.11	1.80	4.11	1.37
	CH										2.00	1.20	3.56	1.19	1.80	4.34	1.45

ANEXO C

C-1: TABLA PARA LA CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA UNIFICADO DE SUELOS

C-2: CARTA "PROCEDIMIENTO AUXILIAR PARA LA IDENTIFICACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO" (SUCS)

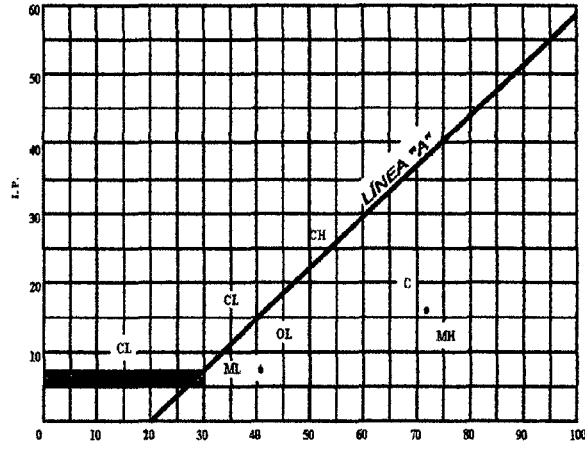
C-3: CARTA DE PLASTICIDAD

C-4: GRAFICO DE FADUM PARA LA INFLUENCIA DE ÁREA RECTANGULAR UNIFORMEMENTE CARGADA (CASO DE BOUSSINESQ)

C-5: DIAGRAMA DE NEWMARK.

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)

INCLUYENDO IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN

DIVISIÓN MAYOR				SÍMBOLO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO
SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS Más de la mitad del material es retenido en la malla número 200 ⊕	Las partículas de 0.074 mm de diámetro (la malla No. 200) son, aproximadamente, las más pequeñas visibles a simple vista.	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla No. 4	GRAVAS LIMPAS Poco o nada de partículas finas	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD C_u : mayor de 4. COEFICIENTE DE CURVATURA C_c : entre 1 y 3. $C_u = D_{60} / D_{10}$ $C_c = (D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})$
				GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	
			GRAVA CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	* GM d u	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo	LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O I.P. MENOR QUE 4. LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7.
				GC	Gravas arcillosas, mezclas de gravas, arena y arcilla	
		ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla No. 4	ARENA LIMPAS Poco o nada de partículas finas	SW	Arenas bien graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.	$C_u = D_{60} / D_{10}$ mayor de 6 ; $C_c = (D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})$ entre 1 y 3. No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW
				SP	Arenas mal graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.	
			ARENA CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	* SM d u	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O I.P. MENOR QUE 4. LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7.
				SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla.	
		LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido menor de 50		ML	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.	G – Grava, S – Arena, O – Suelo Orgánico, P – Turba, M – Limo C – Arcilla, W – Bien Graduada, P – Mal Graduada, L – Baja Compresibilidad, H – Alta Compresibilidad
				CL	Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.	
				OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.	
				MH	Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, más elásticos.	
SUELOS DE PARTICULAS FINAS Más de la mitad del material pasa por la malla número 200 ⊕	Las partículas de 0.074 mm de diámetro (la malla No. 200) son, aproximadamente, las más pequeñas visibles a simple vista.	LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido Mayor de 50		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.	CARTA DE PLASTICIDAD (S.U.C.S.) 
				OH	Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.	
				P	Turbas y otros suelos altamente orgánicos.	
		SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS				

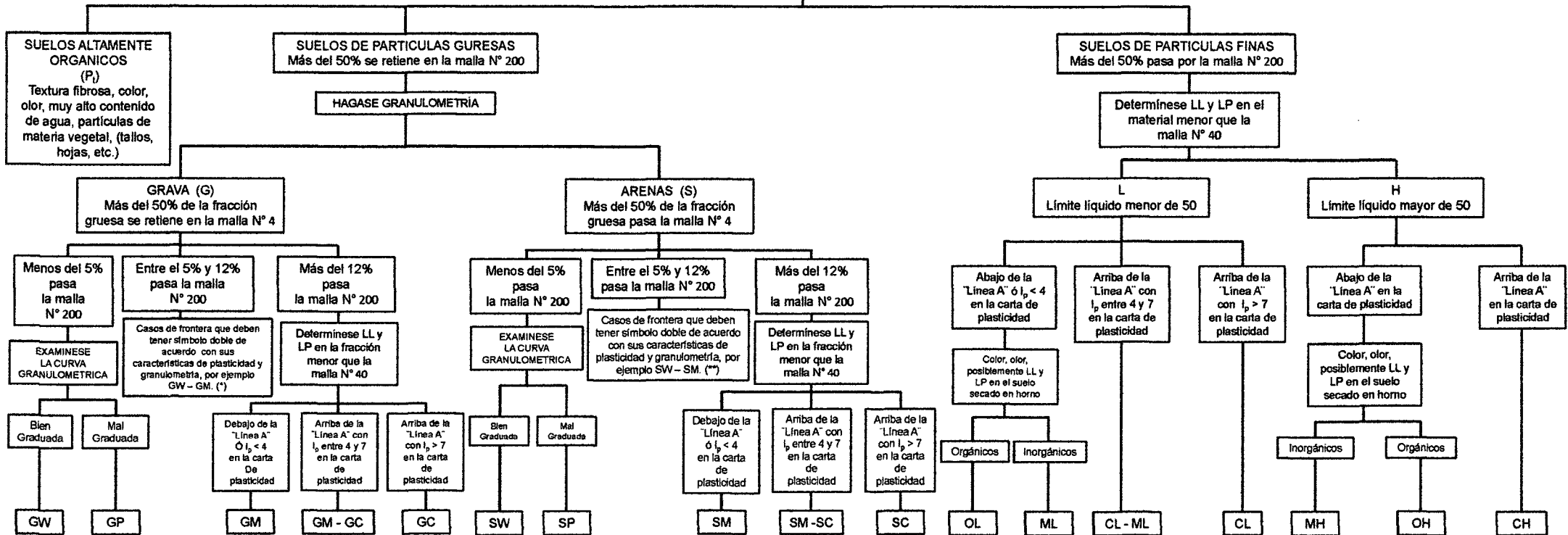
** CLASIFICACIÓN DE FRONTERA- LOS SUELOS QUE POSEAN LAS CARACTERÍSTICAS DE DOS GRUPOS SE DESIGNAN CON LA COMBINACIÓN DE LOS DOS SÍMBOLOS; POR EJEMPLO GW-GC, MEZCLA DE ARENA Y GRAVA BIEN GRADUADAS CON CEMENTANTE ARCILLOSO.

⊕ TODOS LOS TAMAÑOS DE LAS MALLAS EN ESTA CARTA SON LOS U.S. STANDARD.

* LA DIVISIÓN DE LOS GRUPOS GM Y SM EN SUBDIVISIONES d y u SON PARA CAMINOS Y AEROPUERTOS UNICAMENTE, LA SUB-DIVISIÓN ESTA BASADA EN LOS LÍMITES DE ATTERBERG EL SUFIJO d SE USA CUANDO EL L.L. ES DE 28 O MENOS Y EL I.P. ES DE 6 O MENOS. EL SUFIJO u ES USADO CUANDO EL L.L. ES MAYOR QUE 28.

**PROCEDIMIENTO AUXILIAR PARA
IDENTIFICACION DE SUELOS EN EL LABORATIO
S.U.C.S.**

HAGASE UN EXAMEN VISUAL DEL SUELO PARA DETERMINAR SI ES ALTAMENTE ORGANICO, DE PARTICULAS GRUESAS O DE PARTICULAS FINAS, EN LOS CASOS DE FRONTERAS DETERMINESE LA CANTIDAD QUE PASA LA MALLA N° 200



	Coefficiente de uniformidad (C _u)	Coefficiente de curvatura (C _c)
Grava bien graduada	C _u = D ₆₀ / D ₁₀ mayor de 4	C _c = (D ₃₀) ² / (D ₁₀ x D ₆₀) entre 1 y 3
Grava mal graduada	No se satisfacen todos los requisitos de graduación para GW	

	Coefficiente de uniformidad (C _u)	Coefficiente de curvatura (C _c)
Arena bien graduada	C _u = D ₆₀ / D ₁₀ mayor de 6	C _c = (D ₃₀) ² / (D ₁₀ x D ₆₀) entre 1 y 3
Arena mal graduada	No se satisfacen todos los requisitos de graduación para SW	